UNIVERSITY OF ST. MICHAEL'S COLLEGE
3 1761 01929325 7

LIBRARY

La Naissance de l'Intelligence

PRINCIPALES PUBLICATIONS DU MÊME AUTEUR

L'Evolution du pigment, 1 vol. de la Bibliothèque *Scientia*, 1901.

Des Mécanismes respiratoires chez les crustacés, essai de physiologie évolutive, *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1901.

Attitudes et mouvements des Annélides, essai de psycho-physiologie éthologique. *Annales des sciences naturelles*, 1906.

Les convoluta et la théorie des causes actuelles, *Bulletin du Muséum*, 1903.

Introduction à la psychologie des animaux à symétrie rayonnée, 2 vol. in-8°, *Institut psychologique*, 1907.

Attractions et oscillations des animaux sous l'influence de la lumière, 1 vol. in-4°, *Institut psychologique*, 1905.

Impulsions motrices d'origine oculaire, 1 brochure in-8°, *Institut psychologique*, 1905.

De l'Évolution des connaissances chez les animaux marins littoraux, 1 vol. in-8°, *Institut psychologique*, 1903.

Bibliothèque de Philosophie scientifique

Dr GEORGES BOHN
DIRECTEUR DE LABORATOIRE A L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES

La Naissance de l'Intelligence

Ouvrage illustré de 40 figures.

PARIS
ERNEST FLAMMARION, ÉDITEUR
26, RUE RACINE, 26

1920

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction réservés pour tous les pays.

Published, Paris, le 24 Mars 1909.
Privilege of Copyright in the United States reserved under the Act approved March 3, 1905.
By Ernest Flammarion, Paris.

Publié à Paris, le vingt-quatre Mars mil neuf cent neuf.
Privilège du droit d'auteur aux États-Unis, réservé en vertu de la loi sanctionnée le 3 Mars 1905,
par Ernest Flammarion, éditeur à Paris.

La
Naissance de l'Intelligence

INTRODUCTION

Je dédie ce livre à la mémoire de mon regretté maître, le professeur Alfred Giard, qui, encore quelques jours avant d'être frappé par le terrible mal qui l'a enlevé, me donnait des conseils précieux pour la rédaction des pages qui suivent, et dont les idées appliquées dans le domaine de la psychologie se sont montrées si fécondes.

Il y a vingt ans, Giard luttait pour l'introduction de la notion d'évolution en biologie, et cherchait à faire connaître en France l'œuvre oubliée de Lamarck et celle si mal comprise de Darwin. Depuis quelques années, Giard avait reconnu la nécessité de lutter à nouveau en France : cette fois pour la conquête scientifique de la psychologie animale ; la lutte était d'ailleurs déjà engagée en Amérique, et son champion n'était autre que l'illustre biologiste américain Jacques Loeb. Alors il m'est venu l'ambition de contribuer à mon tour à

la rénovation de cette science qui, à mon sens, offre tant d'attraits pour un biologiste, car elle tient à la fois de la morphologie et de la physiologie, de l'éthologie et de la science de l'évolution.

Dans cet ouvrage, j'ai été conduit à exposer les premiers résultats acquis ; mais pour le moment il s'agit encore plus de démolitions que de reconstructions. Peu importe d'ailleurs. Un autre lutteur des temps modernes, le docteur Gustave Le Bon, a dit justement dans son beau livre, l'*Évolution des forces* : « L'homme moderne détruit plus vite qu'il ne bâtit. Les legs du passé ne sont que des ombres. Les dieux, les idées, les dogmes et les croyances s'évanouissent tour à tour. Avant que puissent s'élever de nouveaux édifices capables d'abriter nos pensées, bien des ruines devront s'amonceler. Nous sommes encore dans un âge de destruction et par conséquent d'anarchie. *Rien heureusement n'est plus favorable au progrès scientifique que cette anarchie.* »

Ici nous nous désintéresserons du passé de la psychologie comparée qui, d'ailleurs, est une science très vieille. De tout temps, on s'est préoccupé en effet du problème de l'intelligence des animaux ; on a essayé de le résoudre, en recourant tout d'abord au raisonnement pur, puis à l'observation des faits, enfin à l'analyse expérimentale de ces faits ; en même temps, on a élargi le champ des investigations qui était, au début, limité à quelques animaux supérieurs ; les êtres inférieurs se sont montrés particulièrement précieux pour

l'étude analytique, et c'est maintenant par eux, et non par l'homme, que l'on commence. Je consacrerai seulement quelques pages à l'histoire de la psychologie animale[1]. Tout ce passé métaphysique n'a plus guère d'intérêt ; et d'ailleurs nous ne le connaîtrons que trop quand nous aurons essayé d'étouffer toutes ses survivances. Cependant, j'examinerai longuement les idées de Lamarck, car cela n'est pas du passé : c'est du présent, c'est même presque de l'avenir ; on sera émerveillé en constatant une fois de plus que notre illustre évolutionniste avait eu toutes les intuitions.

Au milieu des ruines, le lecteur, je l'espère, verra déjà s'élever des constructions nouvelles. Quelques chapitres, ceux consacrés aux *rythmes vitaux*, à la *sensibilité différentielle*, figurent pour la première fois dans un livre de psychologie comparée. Pour ces phénomènes, comme pour le *pouvoir associatif*, — qui se manifeste dans l'acquisition de beaucoup d'habitudes et qui, en se perfectionnant, a conduit à l'intelligence, apanage des seuls animaux supérieurs, — j'ai pu donner déjà quelques *lois*. Leur application à des cas simples chassera, je veux le croire, du domaine des animaux inférieurs certains fantômes tels que la « volonté », dont continuent à user les derniers défenseurs de la métaphysique.

Après une étude analytique détaillée des activités

1. On la trouvera exposée dans le livre de P. Flourens : *De l'Instinct et de l'Intelligence des animaux*, dont la première édition date de 1841.

animales, j'essayerai de donner une vue d'ensemble sur l'évolution probable du psychisme; et alors du domaine des faits, je passerai dans celui des *hypothèses*. On ne doit pas condamner celles-ci quand elles cadrent avec les faits déjà existants et conduisent à découvrir des faits nouveaux. L'essentiel est de toujours séparer nettement ce qui est *faits* de ce qui est *hypothèses*. Au cours des divers chapitres de ce livre, je me suis efforcé de ne pas oublier un instant cette si juste déclaration du Dr Gustave Le Bon : « Ce qu'il y a de plus dangereux peut-être pour l'avancement de l'esprit humain, c'est de présenter aux lecteurs des incertitudes comme des vérités indiscutables. »

LIVRE I

LES DIVERSES TENDANCES DE LA PSYCHOLOGIE ANIMALE

CHAPITRE I

Quelques mots d'historique.

Les opinions des anciens relatives à l'intelligence des bêtes n'ont guère d'intérêt, car elles ne sont que fort peu basées sur l'observation des faits. Flourens lui-même, tout traditionnaliste qu'il est, ne rapporte que celles d'Aristote et de Plutarque.

Ces auteurs envisagent la question beaucoup plus en moralistes qu'en naturalistes. Si Plutarque exalte les bêtes, c'est, comme il le dit lui-même, pour faire honte aux hommes ; dans son petit traité : *Que les bestes usent de la raison*, il fait dire à Gryllus, changé en pourceau par Circé, que « l'âme des animaux est mieux disposée et plus parfaite que celle de l'homme pour produire la

vertu... » Pour Aristote, « il se trouve, dans la plupart des bêtes, des traces de ces affections de l'âme qui se montrent dans l'homme d'une manière plus marquée ; on y distingue un caractère docile ou sauvage, la douceur, la férocité, la générosité, la bassesse, la timidité, la confiance, la colère, la malice... ; on aperçoit même dans plusieurs quelque chose qui ressemble à la prudence réfléchie de l'homme ». Mais si l'homme, relativement à quelques-unes de ces qualités, a plus que les bêtes, parfois c'est la bête qui a plus que l'homme ; Aristote n'établit aucune barrière entre l'homme et l'animal ; comme dans d'autres domaines, il voit ici des analogies, des degrés, des nuances ; dans son *Histoire des animaux*, il déclare que : « Ce n'est point aller contre la raison de dire qu'il y a entre l'homme et les animaux des facultés communes, des facultés voisines et des facultés analogues ». Aristote, d'ailleurs, n'avait pas été sans observer les mœurs des bêtes ; l'*Histoire des animaux* renferme des faits curieux, relatifs même à des classes encore aussi peu étudiées que celles des poissons et des cétacés ; les remarques les plus nombreuses concernent les mammifères : ainsi « la brebis est le plus imbécile des quadrupèdes, » et « de tous les animaux sauvages, le plus doux et le plus facile à apprivoiser est l'éléphant ; il a de l'intelligence et on lui apprend beaucoup de choses... ; ses sens sont exquis, et il surpasse les autres animaux en compréhension »....

Montaigne, dans ses *Essais*, ne fait que reprendre

les traditions des anciens ; il imite en particulier Plutarque, comme le fait remarquer Flourens : ses observations ne sont pas plus exactes, ses analyses philosophiques plus rigoureuses ; il se sert des animaux pour « contraindre l'homme » ; il se plaît à le ranger dans les barrières de la même police. Ainsi il se fait un jeu de se comparer à sa chatte : « Quand je me joue à ma chatte, dit-il, qui sçait si elle passe son temps de moi plus que je ne fais d'elle ? Nous nous entretenons de singeries réciproques ; si j'ai mon heure de commencer ou de refuser, aussi a-t-elle la sienne. » Bossuet a bien mis en évidence les tendances de l'auteur : « C'est un plaisir, dit-il, dans *De la connaissance de Dieu et de soi-même*, de voir Montaigne faire raisonner son oie, qui, se promenant dans sa basse-cour, se dit à elle-même que tout est fait pour elle ; que c'est pour elle que le soleil se lève et se couche ; que la terre ne produit ses fruits que pour la nourrir ; que la maison n'est faite que pour la loger ; que l'homme est fait pour prendre soin d'elle ; et que si, enfin, il égorge quelquefois des oies, aussi fait-il bien son semblable. »

Ce passage caractérise bien ce que l'on est convenu d'appeler l'*anthropomorphisme*. Celui-ci réside dans la tendance de peupler les animaux de nos pensées et de nos sentiments, de nos qualités et de nos défauts, de nos vertus et de nos vices, de nos sympathies et de nos haines,.... de toutes les facultés humaines. Entre les mains de Montaigne, comme entre celles de Plutarque, il n'est qu'un

instrument pour combattre l'orgueil humain.

Ces auteurs ont adopté, comme je l'ai déjà fait observer, l'attitude du moraliste. En biologie, l'anthropomorphisme se présente, au contraire, comme un péril qu'il faut combattre incessamment. Il est une voie dans laquelle on s'arrête difficilement : ce ne sont pas seulement les animaux supérieurs qu'on se représente comme des personnages humains, ce sont encore les animaux inférieurs. Déjà Montaigne admire, après les arondelles, les araignées : « Pourquoi, dit-il, espeissit l'araignée sa toile en un endroit et relasche en un aultre, se sert à cette heure de cette sorte de nœud, tantost de celle-là, si elle n'a et *délibération*, et *pensement*, et *conclusion*. »

Une réaction était nécessaire : Descartes en fut le promoteur.

Ce philosophe a observé les faits encore moins que les précédents, mais il a apporté de nouvelles manières de raisonner, renouvelant « tout à la fois le champ et la forme de la philosophie ». Les bêtes sont des « automates », des machines. Descartes développe cette thèse dans son *Discours sur la Méthode*. Ses deux principaux arguments sont : 1° que « jamais les bêtes ne sauraient user de paroles ni d'autres signes, comme nous faisons pour déclarer aux autres nos pensées »; 2° que « bien que les bêtes fassent plusieurs choses aussi bien et peut-être mieux que nous, elles manquent infailliblement en quelques autres, par lesquelles

on découvre qu'elles n'agissent pas par connaissance, mais seulement par la disposition de leurs organes ». De l'absence de langage, Descartes conclut, non que les bêtes ont moins de raison que les hommes, mais qu'elles n'en ont point du tout; d'autre part, si certaines bêtes font certaines choses mieux que nous, cela, loin de prouver leur intelligence, prouve contre; en effet, « au lieu que la raison est un instrument universel qui peut servir en toutes sortes de rencontres, les organes des bêtes ont besoin de quelque particulière disposition pour chaque action particulière ». Flourens, à qui j'emprunte cette analyse du raisonnement de Descartes, déplore que celui-ci confonde les instincts des animaux avec leur intelligence.

Il fait observer, en outre, qu'on a exagéré souvent la pensée de l'illustre philosophe, et il cite à cet égard le passage suivant d'une de ses *Lettres* : « Il faut pourtant remarquer que je parle de la pensée, non de la vie ou du sentiment; car je n'ôte la vie à aucun animal... Je ne leur refuse pas même le sentiment autant qu'il dépend des organes du corps. Ainsi mon opinion n'est pas si cruelle aux animaux... » Pour Flourens, des automates qui vivent, des automates qui sentent ne sont pas de *purs automates*.

Malgré cela on a parlé d' « automatisme pur ». Une telle opinion fit une fortune prodigieuse; il ne fut presque plus permis de se dire cartésien qu'à la condition de soutenir que les bêtes sont de pures machines. Le P. Daniel, dans ses *Lettres*,

déclare : « Le point essentiel du cartésianisme, et comme la pierre de touche dont vous vous servez, vous autres, chefs de parti, pour reconnaître les fidèles disciples de votre grand maître, c'est la doctrine des automates, qui fait de pures machines de tous les animaux, en leur ôtant tout sentiment et toute connaissance. Quiconque a assez d'entêtement pour ne trouver nulle difficulté à ce paradoxe a aussitôt votre agrément pour se faire partout honneur du nom de cartésien. Ce seul point renferme ou suppose tous les principes et tous les fondements de la secte... Avec cela il est impossible de n'être pas cartésien, et sans cela il est impossible de l'être. »

L'opinion du pur automatisme des animaux a été combattue par bien des écrivains. Les vers de La Fontaine sont souvent cités:

..... Ils disent donc
Que la bête est une machine;
Qu'en elle tout se fait sans choix et par ressorts :
Nul sentiment, point d'âme; en elle tout est corps.
Telle est la montre qui chemine
A pas toujours égaux, aveugle et sans dessein.
Ouvrez-la, lisez dans son sein :
Mainte roue y tient lieu de tout l'esprit du monde;
La première y meut la seconde;
Une troisième suit : elle sonne à la fin.
Au dire de ces gens, la bête est toute telle.
. . . . . .
L'animal se sent agité
De mouvements que le vulgaire appelle
Tristesse, joie, amour, plaisir, douleur cruelle,
Ou quelque autre de ces états.
Mais ce n'est point cela : ne vous y trompez pas.
Qu'est-ce donc? Une montre.....

La Fontaine proteste :

> Qu'on m'aille soutenir.....
> Que les bêtes n'ont point d'esprit!
> Pour moi, si j'en étais le maître,
> Je leur en donnerais aussi bien qu'aux enfants.

C'est là un des épisodes les mieux connus de la lutte entre les cartésiens et les anticartésiens. Moins connus sont toute une série de livres sur l'âme des bêtes, en particulier ceux des Pères Pardies, Boullier, Daniel et Boujeant. Ce dernier est l'auteur de l'*Amusement philosophique sur le langage des bêtes* : c'est un badinage ingénieux, une critique fine de l'opinion de Descartes ; Descartes refuse aux bêtes tout esprit, le Père Boujeant leur en trouve tant, qu'il veut que ce soit des diables qui le leur fournissent.

J'ai indiqué plus haut que, d'après Flourens, l'automatisme des bêtes de Descartes ne serait pas de l'automatisme pur : il ne serait pas si éloigné qu'on le pense de l'automatisme mixte de Buffon : « Si je me suis bien expliqué, dit celui-ci dans ses *Discours sur la nature des animaux*, on doit avoir vu que, bien loin de tout ôter aux animaux, je leur accorde tout, à l'exception de la pensée et de la réflexion : ils ont le sentiment, ils l'ont même à un plus haut degré que nous ne l'avons; ils ont aussi la conscience de leur existence actuelle, mais ils n'ont pas celle de leur existence passée; ils ont des sensations, mais il leur manque la faculté de

comparer, c'est-à-dire la puissance qui produit les idées; car les idées ne sont que des sensations comparées, ou, pour mieux dire, des associations de sensations. » Mais je ne veux pas insister, la lecture de Buffon montrant de la part de cet auteur beaucoup de confusions, de contradictions.

CHAPITRE II

L'observation des faits en psychologie.

Le plus grave reproche que je ferai à Buffon, c'est d'avoir raillé Réaumur qui a inauguré une ère nouvelle, celle de l'observation des faits. Jusqu'alors ceux-ci faisaient défaut, on raisonnait à vide.

Réaumur a touché un peu à toutes les branches de la science; partout il fut un novateur, et comme tel il était assez mal vu de beaucoup de ses contemporains. Buffon, en particulier, qui aimait voir en grand et remonter aux causes, ne cessait de critiquer la minutie de ses observations : il nous le montre entre autres « fort occupé de la manière dont se doit plier l'aile d'un scarabée ». D'après Flourens, Réaumur est tout dans cette phrase : « Décrivons le plus exactement qu'il nous est possible les productions de la sagesse divine : c'est la manière de la louer qui nous convient le mieux. » Ses observations sur les abeilles témoignent de la sagacité la plus ingénieuse; elles sont

poussées jusqu'aux détails. Elles le conduisent à admirer beaucoup, et même trop, ces animaux qui n'étaient encore guère connus, malgré les observations de Maraldi et de Swammerdam; pour Réaumur : « les abeilles sont, parmi les insectes, ce qu'ont été les Romains par rapport aux peuples qui ont donné les plus grands spectacles à l'univers ». C'est à propos de cet enthousiasme, si gracieux dans sa naïveté, que Buffon disait avec ironie : « On admire d'autant plus qu'on observe davantage et qu'on raisonne moins. » Flourens, à juste raison, proteste; il fait observer que *la question de l'intelligence des animaux est une question de faits*, une question d'étude expérimentale, et ne saurait être une simple thèse de métaphysique; il ajoute : « Buffon se trompe; *on n'observe jamais assez*, et l'on peut être grand de bien des manières. Je remarque que dans cette admirable suite d'excellents observateurs, les De Geer, les Trembley, les Bonnet, les Schirack, les Huber, qui sont venus après Réaumur, tous l'appellent le *grand Réaumur* et qu'ils n'appellent Buffon que l'*éloquent Buffon.* »

Comme on le voit, Réaumur eut de nombreux imitateurs : la plupart, comme lui, observèrent les insectes. Parmi eux, Bonnet et François Huber sont des physionomies curieuses.

Après avoir beaucoup observé, Bonnet se mit à méditer et il imagina une *hypothèse sur l'âme des bêtes et leur industrie* (1783) et une hypothèse plus générale sur la *mécanique de nos idées*. Chaque idée répondrait à une fibre du cerveau ; aux combinai-

sons d'idées correspondraient, dans notre cerveau, des combinaisons de fibres et c'est en vertu de ces combinaisons que tous nos mouvements « voulus » s'exécuteraient ; en supposant enfin que ces combinaisons de fibres, acquises chez nous, soient originelles dans l'animal, l'instinct des bêtes se trouve expliqué. Nous retrouverons quelque chose de cette théorie bizarre dans les conceptions modernes des Allemands.

François Huber est trop connu pour que j'insiste beaucoup. Son père, homme d'esprit, musicien, sculpteur, peintre, naturaliste..., était l'ami de Voltaire, qui rapporte que Jean Huber découpait son portrait dans une carte avec une aisance merveilleuse. Le jeune François devint aveugle à dix-sept ans, mais après avoir vu Mlle Lullin, qui devint sa femme, puis sa collaboratrice. C'est en partie avec les yeux de celle-ci qu'il fit ses observations sur les abeilles. En 1794, dans la préface de son premier volume, François Huber nous le raconte lui-même : « En publiant mes observations sur les abeilles, je ne dissimulerai point que ce n'est pas de mes propres yeux que je les ai faites. Par suite d'un accident malheureux, je suis devenu aveugle dans ma première jeunesse; mais j'aimais la science et je n'en perdis pas le goût en perdant l'organe de la vue. Je me fis lire les meilleurs ouvrages sur la physique et l'histoire naturelle... La suite de mes lectures m'ayant conduit aux beaux mémoires de M. de Réaumur sur les abeilles, je trouvais dans cet ouvrage un si beau plan d'ex-

périences, des observations faites avec tant d'art, une logique si sage, que je résolus d'étudier particulièrement ce célèbre auteur, pour nous former, mon lecteur et moi, à son école dans l'art si difficile d'observer la nature... »

N'est-ce pas là la meilleure preuve du génie de Réaumur, celle d'avoir réussi à transformer un aveugle en un observateur des plus remarquables? Ne faut-il pas aussi louer François Huber qui a su résister à la tentation de philosopher sur des faits non observés par lui, tentation à laquelle il semble qu'un aveugle ne puisse pas résister ? Avec lui, combien nous sommes loin des philosophes tels que Descartes qui, avec des yeux, n'ont rien su voir du monde extérieur.

J'ajouterai que Pierre Huber, fils du précédent, est aussi célèbre par l'*Histoire des Fourmis* que son père l'est et le sera toujours par l'*Histoire des Abeilles*.

Ce que Réaumur et les Huber furent pour les insectes, Georges Leroy et Frédéric Cuvier le furent pour les animaux supérieurs.

Georges Leroy était lieutenant des chasses des bois de Versailles et de Marly ; il collabora à l'*Encyclopédie*, à laquelle il donna en particulier l'article *Instinct* ; il doit être considéré comme l'un des principaux représentants de la grande école philosophique du XVIIIe siècle, celle de Diderot et de Hume ; ce qui le caractérise, d'après le Dr Robinet qui a réédité ses lettres, c'est une complète

émancipation théologique et politique. En place de Grève, on venait de brûler un livre d'Helvétius, *De l'Esprit*, ouvrage condamné par la Sorbonne, par la Cour de Rome, par le Parlement de Paris ; G. Leroy protesta, bien que ne partageant pas les idées d'Helvétius, au nom de la tolérance et de la dignité philosophique ; mais bientôt, au nom de ces mêmes principes, c'est à Voltaire, qui venait de critiquer d'une façon acerbe Helvétius, qu'il osa s'attaquer.

C'est à Georges Leroy que nous devons le premier livre de psychologie animale, intitulé : *Lettres philosophiques sur l'intelligence et la perfectibilité des animaux*. Ces lettres sont du plus haut intérêt, et il est regrettable qu'elles soient tombées dans l'oubli. Elles parurent de 1762 à 1781 ; la plupart sont adressées à la comtesse d'Angiviller, une des femmes les plus éminentes du temps. G. Leroy a beaucoup observé les animaux supérieurs ; les considérations qu'il développe sont des plus intéressantes : il réfute l'automatisme des bêtes ; il tire de nombreux arguments de « l'éducabilité des animaux » et de « leur perfectionnement par l'hérédité ». L'erreur qui consiste à opposer l'un à l'autre l'instinct et l'intelligence n'apparaît pas encore avec ses conséquences fâcheuses ; Flourens s'en désole ; Rémy de Gourmont, qui récemment a dénoncé cette erreur dans sa *Physique de l'amour*, s'en serait réjoui.

C'est Frédéric Cuvier, au contraire, qui a consacré cette opposition. Appelé à Paris vers

1800 par son frère Georges Cuvier, il fut chargé en 1804 de la ménagerie du Jardin des Plantes. G. Leroy avait écrit : « Le naturaliste, après avoir bien observé la structure des parties, soit extérieures, soit intérieures des animaux, et deviné leur usage, doit quitter le scalpel, abandonner son cabinet, s'enfoncer dans les bois pour suivre les allures de ces êtres sentants, juger des développements et des effets de leur faculté de sentir, et voir comment, par l'action répétée de la sensation et de l'exercice de la mémoire, leur instinct s'élève jusqu'à l'intelligence. » Or, d'après son grand admirateur, Flourens, Fr. Cuvier fut au milieu de Paris ce que G. Leroy voulait que son naturaliste fût au milieu des bois ; pendant trente ans, il observa les animaux supérieurs sans idées préconçues. Il établit une échelle de l'intelligence chez les mammifères ; en haut se trouvait l'orang-outang, auquel, à la suite d'observations qui sont restées célèbres, il accorda « la faculté de généraliser ».

CHAPITRE III

Les idées de Lamarck en psychologie.

L'observation des faits eut cependant une conséquence fâcheuse : elle entraîna un nouvel envahissement de l'anthropomorphisme. C'est alors que surgit Lamarck.

Ce savant de génie eut toutes les intuitions. Il n'a pas seulement imaginé la théorie de l'évolution. C'est à lui que nous devons le mot de *biologie;* c'est lui qui comprit le premier toute l'importance que devait prendre la science de la vie. Les relations de la biologie et de la psychologie, loin de lui échapper, ont été une de ses préoccupations dominantes; il avait fait en quelque sorte de la psychologie comparée une des bases de la biologie évolutive; et, dans la troisième partie de la *Philosophie zoologique*[1] intitulée : « Considérations sur les causes physiques du sentiment, celles qui constituent la force productrice des actions, enfin

1. Lamarck : *Philosophie zoologique*, nouvelle édition par Ch. Martins, 2 volumes. Paris, 1873.

celles qui donnent lieu aux actes d'intelligence qui s'observent dans différents animaux », il émet et développe un certain nombre d'idées qui peuvent être reprises et servir de fondements à la psychologie moderne.

Lamarck commence par protester contre cette affirmation que « les fonctions du cerveau sont d'un autre ordre que celles des autres viscères ». Il relève en particulier ce passage d'un *Rapport à l'Institut sur un Mémoire de MM. Gall et Spurzheim* : « Les fonctions du cerveau sont d'un ordre tout différent : elles consistent à recevoir, par le moyen des nerfs, et à transmettre immédiatement à l'*esprit* les impressions des sens, à conserver les traces de ces impressions, et à les reproduire avec plus ou moins de promptitude, de netteté et d'abondance, quand l'*esprit* en a besoin pour ses opérations, ou quand les lois de l'association des idées les ramènent, enfin, à transmettre aux muscles, toujours par le moyen des nerfs, les ordres de la volonté... » Lamarck se demande ce que c'est que cet être particulier qu'on nomme *esprit*, être singulier qui est en rapport avec les actes du cerveau, de manière que les fonctions de cet organe sont d'un autre ordre que celles des autres organes de l'individu. Il ne voit, dans cet être factice, dont la nature ne lui offre aucun modèle, qu'un moyen imaginé pour résoudre des difficultés que l'on n'avait pu lever, faute d'avoir étudié suffisamment les lois de la nature.

Souvenons-nous de cette déclaration : nous ren-

contrerons souvent encore de nos jours des auteurs qui chercheront à dissimuler le défaut d'analyse dans leurs observations et expériences, en se servant des épithètes : « psychique », « volontaire ».

Pour Lamarck, on ne saurait douter que les actes d'intelligence ne soient uniquement des faits d'organisation, « puisque, dans l'homme même, qui tient de si près aux animaux..., il est reconnu que des dérangements dans les organes qui produisent ces actes, en entraînent dans la production des actes dont il s'agit, et dans la nature même de leurs résultats ».

La psychologie est la science des fonctions du système nerveux ; ce qu'on est convenu d'appeler *évolution psychique* résulte du *perfectionnement progressif du système nerveux*. Lamarck retrace celui-ci de la façon suivante (ch. I, p. 210) :

« De même que les organes spéciaux que possèdent les animaux dans leur organisation furent formés successivement, de même aussi chacun de ces organes fut composé, complété et perfectionné progressivement, à mesure que l'organisation animale parvint à se compliquer ; en sorte que le *système nerveux*, considéré dans les différents animaux qui en sont munis, se présente dans les trois principaux états suivants.

« A sa naissance, où il est dans sa plus grande imperfection, ce système paraît ne consister qu'en divers ganglions séparés qui communiquent entre

eux par des filets, et qui en envoient d'autres à certaines parties du corps : alors il n'offre point de cerveau, et ne peut donner lieu, ni à la vue, ni à l'ouïe, ni peut-être à aucune sensation véritable; mais il possède déjà la faculté d'exciter le mouvement musculaire. Tel est apparemment le *système nerveux* des *radiaires*.

« Plus perfectionné, le *système nerveux* présente une moelle longitudinale noueuse et des filets nerveux qui aboutissent aux nœuds de cette moelle; dès lors le ganglion qui termine antérieurement ce cordon nerveux peut être regardé comme un petit cerveau déjà ébauché, puisqu'il donne naissance à l'organe de la vue, et ensuite à celui de l'ouïe; mais ce petit cerveau est encore simple et privé de l'*hypocéphale*, c'est-à-dire de ces hémisphères plicatiles qui ont des fonctions particulières à exécuter. Tel est le *système nerveux* des *insectes*, des *arachnides* et des *crustacés*, animaux qui ont des yeux, et dont les derniers cités offrent déjà quelques vestiges de l'ouïe : tel est encore celui des *annelides* et des *cirripèdes*, dont les uns possèdent des yeux, tandis que les autres en sont privés.

« Les *mollusques*, quoique plus avancés dans la composition de leur organisation que les animaux dont je viens de parler, se trouvant dans le passage d'un changement de plan de la part de la nature, n'ont ni moelle longitudinale noueuse, ni moelle épinière; mais ils offrent un cerveau, et plusieurs d'entre eux paraissent posséder le plus

perfectionné des cerveaux simples, c'est-à-dire des cerveaux qui sont dépourvus d'hypocéphale, puisqu'au leur aboutissent les nerfs de plusieurs sens particuliers. S'il en est ainsi, dans tous les animaux, depuis les *insectes* jusqu'aux *mollusques* inclusivement, le *système nerveux* produit le mouvement musculaire et donne lieu au sentiment ; mais il ne saurait permettre la formation des idées.

« Enfin, beaucoup plus perfectionné encore, le *système nerveux* des animaux vertébrés offre une moelle épinière, des nerfs et un cerveau dont la partie supérieure et antérieure est munie accessoirement de deux hémisphères plicatiles, plus ou moins développées, suivant l'état d'avancement du nouveau plan. Alors ce système donne lieu non seulement au mouvement musculaire, au sentiment et à la faculté d'éprouver des émotions intérieures, mais, en outre, à la formation des idées, qui sont d'autant plus nettes et peuvent être d'autant plus nombreuses, que ces hémisphères ont reçu de plus grands développements. »

Ainsi se trouvent retracées, d'une façon très nette déjà, à la fois l'évolution du système nerveux des animaux et leur évolution psychique. Il faut remarquer que Lamarck est un des rares évolutionnistes qui aient été conséquents avec eux-mêmes : l'évolution psychique accompagne l'évolution organique ; l'ensemble des phénomènes si complexes que l'on a coutume de désigner sous le nom d'*intelligence* ne se rencontre pas encore chez les animaux inférieurs. Pour qu'il y ait intelligence, il

faut qu'il y ait l'organe spécial dans lequel s'élaborent des idées complexes, des pensées, des comparaisons, des jugements, etc. Cet organe, c'est le cerveau des *animaux à vertèbres* : mais chez les poissons et les reptiles, le cerveau, qui ne remplit pas entièrement la cavité du crâne, est encore très imparfait, et les actes d'intelligence sont extrêmement bornés; chez les oiseaux et les mammifères, au contraire, l'organe et les différents actes de l'intelligence atteignent une grande perfection, et il est alors possible de parler de « *volonté* ».

Lamarck, en n'attribuant l'intelligence et la volonté qu'aux seuls animaux supérieurs, a su éviter le danger anthropomorphique, dans lequel sont tombés Darwin et ses disciples, et que nous avons encore à combattre. A cet égard, le chapitre VI, « de la volonté », est tout à fait remarquable ; il devrait être lu par ces jeunes philosophes aux prétentions scientifiques, qui attribuent à tort et à travers « la volonté » aux animaux inférieurs sous le seul prétexte que certains des actes de ces animaux *varient* suivant les circonstances.

« Je me propose de prouver, dans ce chapitre, dit Lamarck, que la *volonté*, qu'on a regardée comme la source de toute action dans les animaux, ne peut avoir d'existence que dans ceux qui jouissent d'un organe spécial pour l'intelligence, et qu'en outre, à l'égard de ces derniers, ainsi qu'à celui de l'homme lui-même, elle n'est pas toujours le principe des actions qu'ils exécutent... La vo-

lonté est le résultat immédiat d'un acte d'intelligence, elle est toujours la suite d'un jugement, et par conséquent d'une idée, d'une pensée, d'une comparaison, ou d'un choix, que ce jugement détermine. »

Si la volonté est le résultat d'un acte intellectuel, il est évident que les animaux qui n'ont pas un organe pour l'intelligence ne sauraient exécuter un acte de volonté. Cependant ces animaux agissent, c'est-à-dire exécutent tous, en général, des mouvements qui constituent leurs actions. Il y a donc plusieurs sources différentes dans lesquelles les actions des animaux puisent les moyens qui les produisent.

Pour Lamarck, il y aurait trois sources distinctes pour les actions des animaux, à savoir : 1° les causes extérieures qui viennent exciter l'irritabilité de ces êtres ; 2° le sentiment intérieur que des sensations émeuvent ; 3° enfin, le même sentiment recevant ses émotions de la volonté.

On regardait la volonté comme la source de toute action chez les animaux, et voilà que Lamarck vient à dire que *chez certains animaux*, les plus inférieurs, *les causes excitatrices des mouvements proviennent uniquement de l'extérieur :* les milieux environnants les fourniraient. Une fois de plus, le génie de Lamarck, fait d'intuitions, se révèle à nous. Un siècle plus tard, cette vue tombée dans l'oubli sera reprise par une autre pensée géniale, celle de Jacques Loeb. On sait que l'illustre biolo-

giste américain a donné, il y a déjà une vingtaine d'années, la démonstration expérimentale de ce fait que chez beaucoup d'animaux inférieurs les mouvements résultent *directement* de certaines forces du milieu extérieur, telles que la pesanteur, la lumière ; de là est sortie la notion nouvelle des *tropismes*, ou attractions des êtres vivants par les forces extérieures, dont la considération est capitale dans la psychologie scientifique. Lamarck avait entrevu cette notion des tropismes, et en particulier avait parfaitement distingué le *phototropisme*, ou attraction par la lumière, de la vision. Le passage suivant est tout à fait remarquable à cet égard. « En vain, dit-il, objecterait-on que la lumière fait des impressions remarquables sur certains corps vivants qui n'ont point d'yeux et qu'elle affecte néanmoins : il sera toujours vrai que les végétaux, et que quantité d'animaux, tels que les polypes et bien d'autres, *ne voient point quoiqu'ils se dirigent vers le côté d'où vient la lumière*, et que ces animaux ne sont pas doués du sentiment, quoiqu'ils exécutent des mouvements lorsque quelque chose les irrite ou irrite certaines de leurs parties. » (p. 233.)

Une distinction fondamentale de la psychologie moderne est celle qui a été établie par Loeb, entre les *tropismes* et les *phénomènes associatifs*. Les tropismes trouvent leur explication en invoquant la simple irritabilité de la matière vivante, n'exigent pas l'intervention du système nerveux, et n'impliquent pas forcément de sensations de la

part de l'animal ; les associations, au contraire, se font entre sensations et au sein du système nerveux. Or, Lamarck avait déjà entrevu cette distinction. A maintes reprises, il insiste sur la nécessité de bien distinguer l'*irritabilité* de la *faculté de sentir*. « Les conditions qu'exige la production du *sentiment* sont, dit-il, de toute autre nature que celles qui sont nécessaires à l'existence de l'irritabilité. » L'irritabilité n'exige aucun organe spécial ; la production du sentiment nécessite, au contraire, « la présence d'un organe particulier, toujours distinct, compliqué et étendu dans tout le corps de l'animal » ; il se compose de « deux parties distinctes et essentielles, savoir : 1° d'un foyer particulier, ou *foyer de sensations*, qu'il faut considérer comme un centre de rapports, et où se rapportent effectivement toutes les impressions qui agissent sur nous ; 2° d'une multitude de nerfs simples, qui partent de toutes les parties sensibles du corps, et qui tous viennent se rendre et se terminer au foyer des sensations ». Grâce à un pareil système d'organes, toutes les parties du corps, ou à peu près, participent également à chaque impression faite sur certaines d'entre elles. Le système nerveux est un *appareil d'harmonisation*.

Lamarck voit également dans le système nerveux une sorte d'*accumulateur de l'énergie du milieu extérieur*. Il insiste sur le « transport de la force productrice des mouvements de l'extérieur dans l'intérieur de l'animal ».

« La nature, dit-il, ayant opéré peu à peu et graduellement ses diverses productions, et créé successivement les différents organes des animaux, variant la conformation et la situation de ces organes, selon les circonstances, et perfectionnant progressivement leurs facultés, on sent qu'elle a dû commencer par emprunter du dehors, c'est-à-dire des milieux environnants, la *force productrice*, soit des mouvements organiques, soit de ceux des parties extérieures; qu'ensuite *elle a transporté cette force dans l'animal même;* et qu'enfin, dans les animaux les plus parfaits, elle est parvenue à mettre une grande partie de cette force intérieure à leur disposition. »

Lamarck exprime la même idée de multiples façons : « Si la nature, ajoute-t-il, s'en était tenue à l'emploi de son premier moyen, c'est-à-dire d'une force entièrement extérieure et étrangère à l'animal, son ouvrage fût resté très imparfait; les animaux n'eussent été que des machines totalement passives, et elle n'eût jamais donné lieu, dans aucun de ces corps vivants, aux admirables phénomènes de la sensibilité, du sentiment intime d'existence qui en résulte, de la puissance d'agir, enfin, des idées, au moyen desquelles elle pût créer le plus étonnant de tous, celui de la pensée, en un mot, l'intelligence. »

C'est dans le système nerveux que se fait le transport de la force productrice des mouvements.

Aujourd'hui on considère les centres nerveux

comme la juxtaposition et l'enchevêtrement de nombreuses voies de conduction : il y a des voies héritées et des voies acquises au cours de la vie individuelle. Lamarck parle déjà des routes qui se fraient dans le système nerveux, et voit en elles « *l'origine du penchant aux mêmes actions et celle de l'instinct des animaux* ».

« La cause du phénomène connu, qui contraint presque tous les animaux à exécuter toujours les mêmes actions, et celle qui fait naître dans l'homme même un *penchant* à répéter toute action devenue habituelle, méritent assurément, dit-il, d'être recherchées... Dans toute action, le fluide des nerfs qui la provoque subit un mouvement de déplacement qui y donne lieu. Or, lorsque cette action a été plusieurs fois répétée, il n'est pas douteux que le fluide qui l'a exécutée ne se soit frayé une route, qui lui devient alors d'autant plus facile à parcourir, qu'il l'a effectivement plus souvent franchie, et qu'il n'ait lui-même une aptitude plus grande à suivre cette route frayée, que celles qui le sont moins. Combien ce principe simple et fécond ne nous fournit-il pas de lumières sur le pouvoir bien connu des habitudes, pouvoir auquel l'homme même ne peut se soustraire qu'avec beaucoup de peine, et qu'à l'aide du perfectionnement de son intelligence ! — Qui ne sent alors que le pouvoir des habitudes sur les actions doit être d'autant plus grand, que l'individu que l'on considère est moins doué d'intelligence, et a moins, par conséquent, la faculté de penser, de réfléchir, de

combiner ses idées, en un mot, de varier ses actions. — Les animaux qui ne sont que sensibles, qui ne possèdent pas encore l'organe dans lequel se produisent les comparaisons entre les idées, ainsi que les pensées, les raisonnements et les différents actes qui constituent l'intelligence, n'ont que des perceptions souvent très confuses, ne raisonnent point, et ne peuvent presque point varier leurs actions. Ils sont donc constamment assujettis au pouvoir des habitudes. — Ainsi, les *insectes*, qui sont de tous les animaux qui possèdent le sentiment ceux qui ont le système nerveux le moins perfectionné, éprouvent des perceptions des objets qui les affectent, et semblent avoir de la mémoire au moyen du produit de ces perceptions, lorsqu'elles sont répétées. Néanmoins, ils ne sauraient varier leurs actions et changer leurs habitudes, parce qu'ils ne possèdent pas l'organe dont les actes pourraient leur en donner les moyens. »

Cette page de Lamarck est tout à fait remarquable. Nous ne dirons guère autrement quand nous parlerons de l'acquisition des habitudes. Du bas en haut de l'échelle, l'automatisme finit par dévorer en quelque sorte une grande partie de l'activité de l'animal, mais l' « intelligence » en apparaissant chez les animaux supérieurs devient en quelque sorte un frein à cet envahissement.

Lamarck, enfin, est très réservé à l'égard de la notion d'*instinct*. Dans l'Introduction à l'*Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, il ne la fait

pas intervenir. Dans sa *Philosophie zoologique*, il consacre un très court paragraphe à la discussion « de l'instinct des animaux ». Il rattache l'instinct à l'acquisition des habitudes.

« J'ai déjà dit que l'habitude d'exercer tel organe ou telle partie du corps, pour satisfaire à des besoins qui renaissent souvent, donnait au fluide subtil qui se déplace, lorsque s'opère la puissance qui fait agir, une si grande facilité à se diriger vers cet organe, où il fut si souvent employé, que cette habitude devenait en quelque sorte inhérente à la nature de l'individu, qui ne saurait être libre d'en changer.

« Or, les besoins des animaux qui possèdent un système nerveux étant pour chacun, selon l'organisation de ces corps vivants :

1° De prendre telle sorte de nourriture ;

2° De se livrer à la fécondation sexuelle que sollicitent en eux certaines sensations ;

3° De fuir la douleur ;

4° De chercher le plaisir ou le bien-être.

« Ils contractent, pour satisfaire à ces besoins, diverses sortes d'habitudes qui se transforment, en eux, en autant de penchants auxquels ils ne peuvent résister, et qu'ils ne peuvent changer eux-mêmes. »

Voilà, pour Lamarck, l'origine des actions habituelles, des inclinations particulières, des instincts autrement dit. Ceux-ci se perpétuent de générations en générations, dans les différentes espèces ou races d'animaux, sans présenter de variation

notable, « tant qu'il ne survient pas de mutation dans les circonstances essentielles à la manière de vivre ».

C'est là une nouvelle occasion pour le grand évolutionniste français de protester encore contre les tendances anthropomorphiques. Il parle de ces « actions compliquées, que l'on a qualifiées d'*industrie*, et qu'on ne s'est point lassé d'admirer avec enthousiasme, parce qu'on a toujours supposé, au moins tacitement, que ces actions étaient combinées et réfléchies, *ce qui est une erreur évidente* ». Les traits d'une véritable industrie ne se trouveraient que chez les oiseaux et les mammifères, qui seuls ont un organe de l'intelligence développé.

J'ai tenu à m'arrêter longuement en ce qui concerne Lamarck, et à faire de lui de nombreuses citations. Chacune d'elles représente l'exposé d'idées fécondes, qui étaient complètement tombées dans l'oubli, et qui plus ou moins ont germé à nouveau dans les cerveaux des biologistes modernes. Quand on parle de psychologie animale, il est rare qu'on cite le nom de Lamarck, suivant en cela l'exemple de Flourens.

En revanche, ce dernier professe une vive admiration pour Frédéric Cuvier, qui fit inscrire sur sa tombe la mention : « Frère de Georges Cuvier », et qui aurait eu le grand mérite d'opposer l'un à l'autre l'instinct et l'intelligence, confondus par Réaumur et par Buffon, confondus par Condillac « esprit si

lumineux et si sûr », confondus par G. Leroy... Or, cette opposition entre l'instinct et l'intelligence est à mon sens, comme à celui de Lamarck, absolument néfaste. On sait que Georges Cuvier s'efforça d'étouffer le génie de Lamarck ; nous reconnaissons facilement que les deux frères Cuvier ont été, au cours du XIXe siècle, les grands retardateurs du progrès.

CHAPITRE IV

L'anthropomorphisme.

L'homme a toujours eu plus ou moins tendance à idéaliser, d'une part ses propres actes, d'autre part les manifestations des êtres et des choses qui l'entourent. Depuis longtemps déjà, on a signalé les dangers de l'*idéalisation*. Le révolutionnaire russe Lavroff montre qu'il y a pour l'homme un danger moral à « chercher à embellir, d'une façon ou d'une autre, l'incertitude et l'inconséquence de ses actes ». Lorsque je viens d'accomplir quelque bonne action sous l'influence d'une impression momentanée, sans même avoir réfléchi si cette action était bonne ou mauvaise, le plus souvent je veux m'attribuer le mérite de cette action : « j'ai eu l'intuition que l'acte était bon » ; ou bien : « je suis si profondément pénétré de bonnes tendances que j'accomplis les bonnes actions sans même que ma raison ait besoin de comprendre si elles sont bonnes ». Et ainsi je suis conduit à attribuer dans mon imagination un caractère conscient aux actes

inconscients et à faire passer les actes conscients d'un degré inférieur à un degré supérieur de la conscience.

Dans les périodes primitives de l'humanité, cette tendance à idéaliser s'étendait aux manifestations de tous les êtres et objets du monde extérieur, qui étaient considérés comme des êtres doués de conscience, de raison, de volonté, ou comme les demeures, permanentes ou passagères, de tels êtres (esprits, dieux). Bien que, au cours de l'évolution de l'humanité, la raison humaine ait combattu l'*animisme de l'homme préhistorique* comme un danger sans cesse renaissant, nous retrouvons encore un souvenir de celui-ci même chez les hommes de science. Certains sont enclins à reconnaître la conscience même aux organismes placés très bas dans l'échelle, et peut-être à la matière tout entière, en peuplant d'*homunculus* pensants jusqu'aux atomes des gaz, mais beaucoup, sans aller jusque-là, identifient les actes d'animaux plus ou moins perfectionnés aux actes de l'homme. Ils nous présentent des animaux tels que les vers et les insectes sous l'aspect de personnages animés de sentiments presque humains, et, souvent, singulière contradiction, tout en n'admettant aucun rapport entre l'intelligence de l'homme et la leur, ils nous en montrent, par fausse idéalisation, les vertus et les vices.

L'*anthropomorphisme* chez nos savants contemporains se présente ainsi comme une survivance de l'animisme de l'homme préhistorique. On con-

çoit que, bien que combattu à maintes reprises par la raison humaine, il réapparaisse toujours. L'histoire de la psychologie comparée nous montre la lutte incessante entre deux tendances opposées, qui triomphent tour à tour. Les théories purement mécanistes ont eu cela de bon qu'elles ont servi de frein à l'envahissement de l'anthropomorphisme. Après Descartes, celui-ci fleurit de nouveau avec Réaumur et ses imitateurs ; après Lamarck, l'anthropomorphisme atteindra son plus complet développement avec Darwin et ses élèves.

L'œuvre de Darwin, faite plus d'imagination que de réalité, frappa l'esprit des grandes masses, et devint vite populaire. Darwin et les propagateurs de sa doctrine surent d'ailleurs ménager les susceptibilités de la foule. Un lien étroit venait d'être établi entre l'homme et les animaux : on dota ceux-ci, comme le fait bien observer Claparède, de toutes sortes de facultés humaines, afin de les rapprocher davantage du « roi de la création » ; on éleva ainsi l'animal sans abaisser l'homme, et le fossé qui les séparait n'en fut que mieux comblé. Le Darwinisme devint un dogme ; les faits durent tous cadrer avec lui.

Alors on vit, à l'imitation de Darwin, Büchner le célèbre auteur de *Force et Matière*, C. Vogt, Romanes, et bien d'autres, douer les animaux les plus inférieurs des facultés les plus géniales. Ce fut une floraison de récits encore plus merveilleux que ceux de Réaumur. On les trouve réunis dans

les deux volumes que Romanes a consacrés à l'intelligence des animaux, et qui sont entre toutes les mains.

La citation suivante de Darwin, faite par Romanes, montre jusqu'où a été l'anthropomorphisme du grand évolutionniste anglais :

« L'escargot paraît capable d'affection jusqu'à un certain point. Un observateur très fidèle, M. Lonsdale, me racontait qu'ayant mis une paire d'escargots de l'espèce commune (*Helix pomatia*) dans un jardin de petites dimensions et presque dégarni, il s'aperçut, quelque temps après, que le plus fort des deux (il y en avait un de chétif) avait déserté dans la direction d'un plantureux jardin dont il avait franchi le mur, comme l'indiquaient les marques de bave sur sa piste. M. Lonsdale en conclut qu'il avait abandonné son compagnon à sa faiblesse. Mais, après une absence de vingt-quatre heures, l'escargot revint et fit, sans doute, part à l'autre du succès de son expédition, car tous les deux se mirent en route, et, suivant le même chemin, disparurent au delà du mur. » (*Descendance de l'Homme.*) Romanes fait observer que l'interprétation est peut-être un peu bien flatteuse pour l'intelligence d'un escargot; cependant, après avoir discuté les faits, il conclut que « le seul moyen d'expliquer la conduite de ces escargots, c'est de l'attribuer à une inspiration intellectuelle ». Il ajoute : « Comme telle, elle est fort remarquable; car elle implique non seulement une souvenance correcte du lieu et de la direction pen-

dant vingt-quatre heures, mais aussi un sentiment assez vif d'attachement personnel et de sympathie, se manifestant par le désir de l'un de partager avec l'autre le fruit de ses découvertes. »

Je n'insiste pas.

Comme le fait remarquer Nuel, qui a combattu l'anthropomorphisme dans son livre : *la Vision*, c'est surtout dans le domaine de la physiologie des organes des sens, et spécialement dans la partie qui s'occupe de la vision, qu'on a eu la tendance la plus marquée à attribuer à l'animal toutes les particularités que nous connaissons chez l'homme. « C'est ainsi, dit-il, que dans les organes visuels des animaux inférieurs, n'ayant aucune homologie anatomique avec celui de l'homme, on s'est évertué à trouver un cristallin, un corps vitré, une choroïde, etc., et, une fois le nom appliqué à la chose, on eut tôt fait de conclure de l'identité de nom à l'identité de fonction. » La tendance est encore plus marquée dans le domaine des faits visuels psychiques. « Un coup d'œil jeté sur les publications biologiques, ajoute Nuel, fera voir la désinvolture phénoménale avec laquelle les auteurs les plus appréciés admettent chez les animaux toutes les qualités psychiques humaines (sensations, sentiments, jugement, volonté, etc.) sur la foi d'observations qui, au fond, dénotent tout simplement que la lumière provoque chez eux des mouvements et rien de plus. »

Nuel passe en revue toute une série d'opinions.

Paul Bert constate que les daphnies, petits crustacés de nos mares, placés dans le spectre, se groupent le plus grand nombre dans le jaune, moins dans le vert et l'orangé, moins encore dans le bleu et le rouge. Pour cet auteur, ils se comporteraient dans le spectre à peu près comme un homme qui voudrait y lire et à cet effet se placerait dans la partie jaune, la plus lumineuse ; ils auraient une « prédilection » pour le jaune.

Chez P. Bert, et chez beaucoup d'autres auteurs (Pouchet fait exception), on reconnaît une certaine tendance à supposer aux mouvements des animaux des mobiles internes, psychologiques. « La *tendance psychologante*, ajoute Nuel, est poussée à l'extrême chez Graber, pour lequel l'existence de sensations lumineuses, de « préférences », de « dégoût », de « répulsion » pour certaines « couleurs » chez les animaux inférieurs ne fait pas le moindre doute. Il couvre partiellement d'un écran opaque ou coloré le réservoir et, après quelque temps, compte les animaux répartis. Si la majorité est dans la partie découverte, il déclare l'espèce « *leucophile* », aimant la lumière et détestant l'obscurité. Au cas contraire, elle est « *leucophobe* », aimant l'obscurité et détestant la lumière. Et ce sont ces préférences et ces sentiments de dégoût, de répulsion, qui, d'après lui, font mouvoir les animaux. Grande est la perplexité de Graber lorsqu'il constate que les animaux leucophiles sont

en même temps cyanophiles, aimant le bleu, et que les leucophobes sont érythrophiles, aimant le rouge... Ces idées de Graber sont plus ou moins acceptées par les auteurs ; elles constituent un exemple typique de ravages scientiques occasionnés par la tendance psychologante en biologie... Le procédé « majoritaire » ou « plébiscitaire », inauguré par P. Bert et appliqué sur une large échelle par Graber, ne saurait en général avoir qu'une portée très restreinte en analyse biologique. »

Très souvent la psychologie des animaux se complique de plus en plus sous la plume de l'écrivain.

Lubbock, « psychologant toujours », voyant que dans leur nid les fourmis vont se cacher ainsi que leurs œufs, suppose qu'elles n' « aiment » pas la lumière dans leurs nids, parce qu'alors elles ne se « sentent » pas en sécurité.

Tout le monde connaît l'attraction exercée par la lumière sur beaucoup d'animaux ; on a observé la mite qui va se brûler dans la flamme d'une bougie, les nuages des papillons voltigeant la nuit autour des globes illuminés par l'arc électrique... Romanes est d'avis que les insectes,... les poissons, les oiseaux, attirés par la lumière, agissent par « curiosité », par « désir » d'explorer un objet nouveau ; s'ils ne se dirigent pas vers la lune, c'est que celle-ci est pour eux un objet « connu », « accepte » comme tel, et qu'ils n'ont pas le désir d'aller la « reconnaître ». Toute la psychologie humaine y passe.

Cette mise en branle de toute la terminologie spiritualiste à propos d'animaux inférieurs ne rappelle-t-elle pas qu'avant Galilée les corps pesants « cherchaient leur lieu », et que « la nature avait horreur du vide » !

CHAPITRE V

La dynamique des phénomènes psychiques d'après Jacques Loeb.

J'ai prononcé le nom de Galilée ; je ne puis résister à la tentation d'inscrire à côté de ce nom celui du biologiste Jacques Loeb.

Certes, depuis Galilée, les temps sont changés. On ne persécute plus, du moins ouvertement, les savants révolutionnaires. Il y a des terres libres, telles que l'Amérique, pour des hommes tels que Jacques Loeb. Au delà des Montagnes Rocheuses, sur le rivage de la plus belle baie du monde, à Berkeley, en face de San-Francisco, sont les laboratoires où les Californiens ont appelé le grand biologiste ; c'est dans un décor vraiment féerique que Loeb travaille sans cesse et émet les idées qui vont par le monde donner une signification aux recherches biologiques.

En France, Loeb est connu comme l'auteur de la *Parthénogenèse artificielle*. Les êtres vivants dérivent d'œufs, c'est-à-dire de cellules ou petites

masses de matière vivante détachées des organismes femelles. Un œuf, c'est quelque chose qui paraît bien simple : un peu de gelée qui tremblotte et où brille un noyau ; en réalité, c'est d'une complexité effroyable : toutes les empreintes du passé, de la longue lignée des ancêtres, y sont marquées ; en quelques heures, l'œuf se trouve transformé en tout un édifice de cellules. Mais, pour cela, il faut qu'il ait subi une excitation du milieu extérieur. L'œuf se présente au physiologiste comme quelque chose d'*inerte*, qu'il faut faire sortir de son immobilité ; l'excitant peut être une cellule, petite et mobile, détachée d'un organisme mâle ; il peut être aussi une substance chimique : du sel, un acide associé avec une base ; c'est alors un œuf vierge qui se développe. C'est ce dernier résultat qui a frappé l'imagination des hommes ; c'est lui qui a rendu illustre le nom de Loeb ; mais l'œuvre de ce savant est beaucoup plus vaste.

En 1888 a paru, dans une revue de médecine de Würtzbourg, en Allemagne, un mémoire qui a orienté la biologie dans une voie nouvelle. Loeb y publie des expériences sur des animaux inférieurs et des insectes, d'après lesquelles *certains* des actes de ces animaux ne seraient rien autre que les effets mécaniques de ces forces générales, comme la lumière et la pesanteur..., qui agissent d'une façon commune sur les plantes et les animaux.

Des travaux de cet auteur publiés de 1888 à 1899

ressortent trois notions fondamentales, qu'aucune analyse psychologique ne peut négliger ; je veux dire : les *tropismes*, la *sensibilité différentielle*, les *phénomènes associatifs*.

Je vais avoir recours, comme simple moyen d'exposition, à une opposition banale : celle d'un corps brut, tel qu'un caillou, et d'un être vivant, tel que le ver de terre qui peut ramper sur ce caillou. C'est une vieille habitude de voir d'un côté la pure inertie, de l'autre la liberté, la spontanéité; le caillou subirait passivement les influences extérieures, tandis que le ver ferait ce qu'il veut. Mais si on pousse plus loin l'analyse, on arrive à craindre d'avoir été dupe de définitions ; des doutes surgissent; des discussions longues et stériles peuvent en résulter.

Certes, on ne peut nier qu'à l'intérieur des contours de l'animal, comme à l'intérieur des contours de l'œuf, se passent des phénomènes multiples dont les associations complexes et variables défieront sans doute toujours la patience et la sagacité des savants.

Loeb ne nie pas toute cette activité interne, mais, en homme positif, il ne perd pas son temps à raisonner sur des choses qui ont résisté à l'analyse scientifique. L'être vivant est incontestablement soumis, dans une certaine mesure, aux forces du milieu extérieur, c'est-à-dire à la gravitation, à la lumière...; Loeb cherche comment la plante, l'animal, se comportent vis-à-vis de ces forces. Dans certains cas, il constate que l'animal, même

d'organisation assez complexe, est *assujetti* aux forces extérieures, et ne peut aucunement leur résister. On lâche une pierre : invariablement elle tombe suivant la verticale, ou direction du fil à plomb; on abandonne certain ver dans le sable, il monte ou descend suivant la verticale, sans pouvoir s'écarter de cette direction; il ne manifeste pas plus de volonté que la racine d'une plante qui s'enfonce dans le sol et que la tige qui s'élève dans l'air.

Il serait d'ailleurs absurde de conclure à l'identité du ver, de la racine, de la pierre. Ce sont là trois êtres bien différents, mais qui, dans les conditions mentionnées, *subissent* l'action de la gravitation, présentent ce qu'on appelle un *géotropisme*.

D'une façon générale, on désigne sous le nom de *tropisme*, tout acte qui se manifeste comme une attraction à laquelle l'animal ne peut pas résister, et qui est exercée, soit par la terre (géotropisme), soit par la lumière (phototropisme), soit par une substance chimique (chimiotropisme), etc.[1].

Je viens de citer des exemples de *géotropisme*.

Les rassemblements des papillons autour des lampes électriques sont une manifestation du *phototropisme*, et on ne saurait invoquer, avec Romanes, la curiosité de l'animal, une préférence

1. Cette définition est insuffisante; je la préciserai dans le chapitre relatif aux tropismes, en donnant les critères de cette catégorie spéciale d'actes.

pour la lumière. Avec les mollusques, dont les réactions sont lentes, il est plus facile de se rendre compte des caractères des mouvements phototropiques. On trouve, en abondance, sur les rochers du bord de la mer, de petits gastéropodes, les littorines, vulgairement appelées vignots (fig. 1); ceux-ci peuvent subir une dessiccation même prolongée, mais, dès qu'on les mouille, ils se mettent en marche en gagnant toujours les surfaces d'ombre; un écran noir semble exercer sur eux une attraction analogue à celle du fer par l'aimant; quand il y a plusieurs écrans, on peut déduire le chemin que suivra le mollusque, par l'application des règles de la composition des forces en mécanique. Rien ne semble livré au hasard, à la volonté, au caprice de l'animal. Dans un tube de verre, j'ai disposé des écrans noirs de manière à faire marcher la littorine sur un chemin en forme de 8; elle y a marché, et pendant des heures elle ne s'est pas affranchie de cette sorte de mouvement de manège. Dans une cuvette de verre, j'ai placé des cailloux de manière à produire des déformations des chemins : il est arrivé que l'un de ceux-ci passait à un millimètre d'un caillou couvert d'algues où le mollusque aurait trouvé un abri,

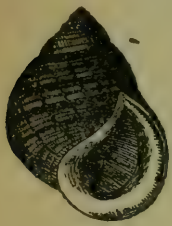

Fig. 1.

Littorine. — Mollusque à coquille turbinée rampant sur les rochers du littoral marin, et pouvant se cacher dans leurs anfractuosités.

de la fraîcheur, de la nourriture : l'animal a continué son chemin, comme s'il était attiré par une force fatale, ou comme s'il ne voyait pas, ne sentait pas.

Dans les conditions indiquées, la littorine nous apparaît comme le jouet des forces immuables, sans volonté, sans but...; elle suit fatalement la voie qu'on peut déduire d'avance ; elle n'a pas la possibilité de choisir entre plusieurs actes... Elle nous semble une pure machine... Ces résultats, dus à l'analyse scientifique la plus rigoureuse, pourraient faire tressaillir de joie les mânes de Descartes et du Père Malebranche. Et pourtant celles-ci auraient tort de se réjouir, comme nous le verrons dans la suite.

Les mouvements chimiotropiques se présentent avec les mêmes caractères que les mouvements phototropiques. La *Drosophila ampelophila* est un petit insecte diptère qui se nourrit, aussi bien à l'état adulte qu'à l'état larvaire, de fruits en fermentation. Dans une pièce obscure ou éclairée, une pomme en voie de décomposition attire l'insecte comme un écran noir attirait une littorine ; un flacon contenant en proportions convenables des alcools, de l'acide et de l'éther acétique, c'est-à-dire les produits de la fermentation, exerce la même action que le fruit.

La notion nouvelle des tropismes, établie par Loeb sur des faits expérimentaux, a été le point de départ de discussions passionnées et de malentendus, qui ont obscurci singulièrement les pro-

blèmes, déjà si complexes par eux-mêmes, de la psychologie comparée.

Comme cela arrive souvent, on a fait dire à Loeb tout autre chose que ce qu'il avait dit : on a cru à tort qu'il expliquait tous les actes des animaux inférieurs par de simples tropismes. Et alors, les uns se sont indignés à la pensée que les animaux inférieurs puissent être de pures machines, des automates, comme ceux qu'avaient conçus Descartes et le Père Malebranche ; les autres, au contraire, se sont complus dans cette pensée que tous les actes des animaux inférieurs peuvent trouver une explication immédiate dans de simples considérations mécaniques. Or, les uns et les autres se sont indignés ou réjouis en pure perte, car seulement *certains* actes des animaux sont des tropismes.

Autre chose est la *sensibilité différentielle ;* autres choses sont les *phénomènes associatifs.*

Un être est entraîné par une force extérieure : il y a *tropisme* ; cet être réagit au moment où cette force varie d'intensité : il y a *sensibilité différentielle.* Les deux phénomènes peuvent se passer simultanément. Un animal marche dans la direction d'une source lumineuse ; tout d'un coup, il se produit une variation brusque de l'éclairement : l'animal sort momentanément du chemin qu'il suivait ; mais, après avoir effectué une série d'oscillations de part et d'autre de ce chemin, il ne tarde guère à y revenir. De même, quand on écarte un fil à plomb de sa position d'équilibre, il se met à osciller de part et d'autre de cette position : c'est le pendule.

Pas plus que, dans le cas du pendule, on ne peut nier l'attraction exercée par la terre, pas plus dans le cas de notre animal on ne peut nier l'attraction exercée par la lampe, c'est-à-dire le tropisme. Il y a toujours une force attractive en jeu ; mais, quand il se produit des oscillations, c'est qu'une autre force est intervenue momentanément. Certains auteurs ont voulu voir dans les sinuosités du chemin suivi un effet de la volonté de l'animal ; il n'en est rien : l'animal *subit* les oscillations provoquées par une variation d'éclairement, comme il subit l'attraction de la lumière.

Nous sommes ici encore dans le pur mécanisme.

Les *phénomènes associatifs* étudiés par Loeb chez les animaux les plus inférieurs sont également régis par des lois assez simples. Aussi, très souvent, on peut prévoir à l'avance, comme dans les cas précédents, ce qui se passera dans des conditions déterminées où interviennent simultanément diverses forces. Mais les associations peuvent devenir très complexes, et l'analyse en devient alors difficile.

Loeb s'arrête là où l'*analyse expérimentale* ne donne plus rien ; mais il ne nie pas ce qui a résisté à son analyse, il ne nie pas la complexité qui résulte de l'association des impressions actuelles et passées, au sein de l'organisme lui-même; il ne nie pas les processus purement internes, il ne nie pas les phénomènes psychiques chez les

animaux inférieurs : pour lui, ces phénomènes sont les réactions physiologiques qui résultent de la « mémoire associative ». L'activité des animaux inférieurs nous apparaît comme une sorte de compromis entre une part d'ordre, de constance, de système, et une part d'indiscipline, d'instabilité, d'imprévu. A la suite de l'analyse faite par Loeb, la part d'aléa a diminué, et ne correspond plus guère qu'aux processus purement internes.

L'œuvre de Loeb, récemment exposée par lui-même dans son beau livre : *la Dynamique des phénomènes de la vie*, nous apparaît comme tout à fait remarquable : non seulement le célèbre biologiste de Berkeley nous a fait connaître beaucoup de faits nouveaux, mais encore il a établi une méthode, pour l'analyse de l'activité animale, qui permet de retrancher de celle-ci les actes purement mécaniques, ne dépendant que de certaines circonstances extérieures, *ne relevant aucunement de ce qu'on est convenu d'appeler la volonté de l'animal.*

Pour Loeb, l' « instinct » et la « volonté », en tant que causes productrices des mouvements des animaux, sont à rapprocher des forces surnaturelles invoquées par les théologiens. Dans les tropismes, ce qu'on avait appelé de l'instinct, de la volonté, n'est que l'effet des forces du milieu extérieur : lumière, gravitation..., forces chimiques.

On objecte souvent qu'il n'y a aucun avantage à substituer le mot « tropisme » au mot « instinct ».

Pour beaucoup, quand un animal rampe dans les crevasses d'un corps solide, il y a de l'instinct. Un physicien, qui constate qu'un liquide monte dans un tube capillaire ou qu'il y forme un ménisque soit convexe, soit concave, ne saurait être satisfait d'une explication aussi vague ; il cherche à établir les conditions précises du phénomène. Ceci doit être également le but du biologiste : ce n'est pas donner une solution du problème que de dire qu'un tel ou tel autre mouvement est dû à un *instinct* ; parler, au contraire, de *tropisme*, c'est faire intervenir une force du milieu extérieur, dont on peut étudier l'action qualitative et quantitative.

Je n'insiste pas pour le moment. J'ai déjà indiqué précédemment que l'on retrouve les idées de Loeb en germe dans Lamarck. Dans ce livre, ces deux pensées si puissantes et fécondes seront souvent mes guides.

L'œuvre de Loeb a eu d'ailleurs un immense retentissement dans les milieux scientifiques et philosophiques. Elle a été, en particulier, le point de départ de deux grands mouvements contraires, l'un qui a eu lieu en pays allemands, et qui est marqué par les noms de Bethe (1898), Uexküll, Th. Beer, Ziegler (1900), Nuel (1904) ; l'autre, plus récent, et dont l'Américain Jennings a été le promoteur.

CHAPITRE VI

Les théories mécanistes en psychologie animale.

Loeb, allemand d'origine, a beaucoup publié dans sa langue maternelle; il est assez curieux de voir ce que sont devenues ses idées, semées sur un terrain qui s'est toujours montré si favorable à la poussée métaphysique. L'œuvre de Loeb, qui apparaissait avec un caractère positif, a pris, en Allemagne, un caractère négatif. Au début, Bethe parle, avec Loeb, de la « mémoire associative », mais bientôt il abandonne le qualificatif de « psychique », qui éveille l'idée de « conscience ». En 1900, avec Uexküll, il renonce à l'hypothèse de l'âme des animaux, qui ne peut avantager nos connaissances, qui ne donne lieu qu'à des confusions, et Uexküll déclare catégoriquement que « *pour le biologiste il ne saurait y avoir de psychologie animale* ». En même temps, Bethe et Uexküll se rangent à l'avis de Th. Beer, qui pense que, pour rompre définitivement avec les anciens erre-

ments, il faut créer une *nomenclature nouvelle, objectivante*, et abandonner tous les termes du langage psychologique, anthropomorphique. Plus récemment, Nuel a poussé à l'extrême les principes de la nouvelle école.

Dans cette réaction contre l'anthropomorphisme, il faut l'avouer, les Allemands n'y ont pas été de mains mortes; ils sont arrivés à réduire les êtres vivants à de « pures machines fonctionnant dans le silence et l'obscurité de l'inconscience » et leur ont dénié même les sensations. Avec eux, nous sommes revenus à Descartes et au Père Malebranche.

Les progrès récents de la physique vont permettre aux Allemands de renouveler complètement la discussion, qui, avec des dessous métaphysiques, aura des allures scientifiques. Les animaux sont des machines; mais le fonctionnement des machines est soumis à la *loi de la conservation de l'énergie;* aussi, c'est cette loi qu'on va invoquer pour essayer de donner le coup de mort à la psychologie comparée.

C'est ainsi que Nuel, après Uexküll, cherche à faire l'analyse des mouvements des animaux : « Tout mouvement est le résultat d'une contraction musculaire. La contraction musculaire résulte de l'arrivée de l'influx nerveux au muscle. Mais cet influx ne naît pas spontanément dans le nerf; il a sa source dans un processus physiologique des cellules nerveuses, qui sont activées (physiologiquement) par l'influx nerveux d'un nerf centripète. Et ce dernier a été sollicité par sa terminaison péri-

phérique, « excitée » par un agent extérieur, par un mouvement physique (ou chimique). Il y a encore bien des inconnus dans cette série de processus physiologiques enchaînés, et qui changent de nature d'un anneau de la chaîne à l'autre. Mais nous en savons assez pour pouvoir affirmer que, lorsque nous les connaîtrons tout à fait, nous aurons saisi entre eux des *relations absolument obligées;* nous connaîtrons leur « pourquoi » dans le sens de la *conservation de l'énergie* (physique). L'une est la « cause » de l'autre, bien entendu en tenant compte de l' « énergie latente » renfermée dans nos organes, et qui devient actuelle sous l'influence de forces de dégagement.... »

En allant du mouvement à sa cause, on ne trouve nulle part un élément psychique, ce qui n'est que tout naturel : la cause d'un mouvement ne pouvant être qu'un mouvement.

La conscience, la sensation,... les faits psychologiques d'une façon générale, eux, ne sont pas régis par la loi de la conservation de l'énergie. « Entre le mouvement de particules matérielles et ma sensation, dit Nuel, il n'y a pas de relation causale, il n'y a pas, là, la transformation d'une forme de l'énergie dans l'autre », et il ajoute : « Nous sommes d'avis, avec Uexküll, que seul un esprit superficiel peut voir, dans une sensation, une forme de l'énergie physique. » Il poursuit en examinant les objections faites à cette déclaration par un des auteurs les plus « psychologants », le père jésuite Wasmann.

Halte-là! crie celui-ci. La loi de la conservation de l'énergie n'est pas la seule forme de la loi causale dans la nature. Toute relation entre deux phénomènes qui se suivent fatalement est une relation de cause à effet. Le principe des énergies spécifiques de J. Müller est là, notamment, pour contredire Uexküll, cette loi exprimant une relation de cause à effet qui ne suit pas la loi de la conservation de l'énergie. La science psychophysique, enfin, est tout entière basée sur une nouvelle relation de cause à effet.

Mais Nuel réplique : « Dans l'objection de Wasmann, il y a un nouvel exemple des inconvénients résultant de ce que nous en sommes réduits à appliquer une seule et même désignation à des choses essentiellement différentes. Si nous appliquons le nom de « causales » aux relations qui suivent la loi de la conservation de l'énergie, nous ne pouvons plus le faire logiquement pour celles qui existent entre les faits physiques et les faits psychologiques. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que le fait psychologique naît à l'occasion du mouvement physique, et encore, chez l'homme seulement. »

Les états psychiques ne sont que des *épiphénomènes* des processus physiologiques qu'ils accompagnent, et sans lesquels ils n'existeraient pas. Ils ne sont pas les « mobiles primaires » de nos actions.

Cette opinion, admise d'une façon courante maintenant, est adoptée par beaucoup de philosophes, et non des moindres. Pour Ribot, la

conscience est le flambeau qui éclaire la marche de l'horloge, sans l'influencer..., et la volonté, elle-même, ne serait « cause de rien ».

Je ne fais aucune objection, loin de là, à cette opinion; mais je me demande si elle gagne beaucoup à s'appuyer sur le principe de la conservation de l'énergie, d'une application si difficile dans le domaine de la physique, et *a fortiori* dans celui de la biologie.

Les « sensations » sont des « états psychiques », des épiphénomènes et, par conséquent, pas plus que la volonté, elles ne peuvent être les mobiles primaires des actions des animaux.

Nous ne pourrons jamais savoir ce que sont les sensations des animaux, et même si ceux-ci en ont. Au point de vue des réactions, *tout se passe comme si elles n'existaient pas.* Voilà précisément la formule de ralliement de la nouvelle école allemande. De là à *nier les sensations* chez les animaux inférieurs, il n'y a qu'un pas. Ce pas a été franchi par un certain nombre d'adhérents.

Discuter sur ces points, c'est discuter sur la légitimité même de la psychologie comparée, chose que nous ferons plus tard.

Pour le moment je ferai simplement observer que je crains qu'il n'y ait là qu'une querelle de mots. La sensation au sens psychologique est un *épiphénomène*, soit; mais comme tel, elle est superposée à un autre phénomène qui se passe dans le système nerveux, qui relève de l'étude

expérimentale, et qu'on appelle souvent *sensation*, qu'on peut appeler ainsi si on spécifie que le mot est pris au sens physiologique. Le mot *sensation* n'impliquerait pas forcément conscience.

Je rappellerai ici que Loeb a parlé de « *sensibilité* différentielle » chez les animaux inférieurs, et aussi de phénomènes associatifs ; or, ce qui s'associe ce sont des sensations, entendues au sens physiologique.

Je montrerai dans la suite à quelles conséquences fâcheuses les Allemands ont été conduits en considérant les sensations chez les animaux inférieurs comme un luxe inutile, et en niant parfois ces sensations.

Je considère qu'il n'y a rien de plus stérile que les querelles portant sur les mots. Certes on ne doit pas employer ceux-ci à tort et à travers, et contrairement aux usages les plus courants; mais je crois que pour les mots qui ont deux sens, un sens psychologique et un sens physiologique, on peut conserver ces deux sens ; il suffit de spécifier si on emploie le langage psychologique ou le langage physiologique.

Les Allemands n'ont pas été de cet avis, et ils ont créé une nomenclature nouvelle.

Par *antikinèses*, on y désigne l'ensemble des réactions consécutives à une excitation et transmises par les voies nerveuses. Si les réactions se font toujours d'une manière identique, il y a *réflexe* ; si elles dépendent des excitations précédentes, il y a *antiklise* ; dans la dernière catégorie

entrent tous les phénomènes considérés jusqu'ici comme conscients, mais bien entendu il n'est plus question de « conscience » en physiologie comparée. Tous ces mots ne peuvent être employés que s'il s'agit d'animaux pluricellulaires ; dans le cas des animaux unicellulaires et dans celui des plantes, on parle d'*antitypies*; ce sont, par conséquent, les réactions se faisant par voie protoplasmique. Comme on ne veut plus parler de *sensations* et d'*organes des sens*, on parle de *réceptions* et d'*organes récepteurs*,... de tangoréceptions, de phonoréceptions..., de chemoréceptions, de stiboréceptions, de gustoréceptions, de photoréceptions, de calororéceptions...; je relève les mots : *tangoreceptoren*, *tangorecipieren*, *tangoreceptorisch*, *tangantikinese*, *tangoreflex*, *tangantiklise*, *etc. !*

Je veux rassurer tout de suite mon lecteur ; je n'employerai pas ces mots et cette nomenclature, due cependant à la collaboration de trois savants de valeur, Th. Beer, A. Bethe et J. v. Uexküll.

Ziegler n'a pas tardé à la compléter, d'ailleurs ; il rattache aux réflexes les instincts, les uns et les autres étant basés sur des voies nerveuses héritées, étant des associations *cléronomes* ; mais il y a d'autres associations, *enbiontiques* : les voies sont alors acquises au cours de la vie individuelle ; la faculté de former ces associations serait la « raison ».

Et c'est ainsi que des animaux chez lesquels on nie les simples sensations se trouvent posséder la

raison. Nous aurons là un beau champ de discussion.

Souvent on comprend difficilement la mentalité des néopsychologues allemands ; à cet égard, la lecture d'un article devenu célèbre, dû à Uexküll et intitulé : *Im Kampf um die Tierseele*, peut fournir quelques éclaircissements. L'auteur commence par évoquer la lutte qui s'est engagée entre la physiologie comparée et la psychologie animale, lutte à mort, qui ne peut se terminer que par l'anéantissement de l'une ou l'autre de ces sciences. Mais presque aussitôt il se lance dans un long exposé des théories métaphysiques de Kant, cherchant avec l'illustre philosophe quels rôles jouent le temps et l'espace dans le contenu de notre conscience, montrant comment les phénomènes psychiques, les sensations peuvent conduire à la connaissance des objets, en un mot exposant la théorie de l'*apperception*. Douze pages sur vingt-deux sont consacrées à cette discussion. Après, Uexküll revient aux animaux pour dire : « Les phénomènes d'une Psyché d'une autre espèce que la nôtre nous sont complètement inaccessibles, et il n'y a aucun moyen d'établir si les phénomènes de cette autre Psyché se transforment en objets ou non. Aussi bien le contenu que l'organisation d'une Psyché étrangère restent tout à fait soustraits à mon expérimentation. » Et Uexküll de développer cette déclaration... Le domaine de l'âme des animaux, grâce au grand choix des probabilités que nous ne sommes pas en état d'analyser, est un

vaste champ où peut s'exercer la fantaisie créatrice. On s'en rend compte en lisant la *Vie des Abeilles*, de Maeterlinck; même un savant lira avec plaisir ces « contes merveilleux », sans même songer à les critiquer. Autre chose serait s'il s'agissait d'un travail scientifique.

Pour ma part, je préférerais lire un travail imité de Maeterlinck que de lire un mémoire écrit avec le langage proposé par Beer, Bethe, Uexküll, Ziegler. Le langage psychologique n'est pas si dangereux que cela pour celui qui voit les choses clairement et qui sait éviter de tomber dans les exagérations de l'anthropomorphisme. Mais il est bien possible qu'il n'en soit pas de même dans le pays de Kant.

CHAPITRE VII

La théorie des essais et des erreurs.

Tandis qu'en Europe on prononçait l'arrêt de mort contre la psychologie comparée, en Amérique, des savants de grande valeur, comme Yerkes et Jennings, et leurs élèves, continuaient à rassembler des faits. Le nombre des mémoires publiés dans ces dernières années et concernant les faits et gestes des animaux, leur « *behavior* », — ce mot a fait fortune en Amérique, et on a voulu l'introduire en France, où on a essayé de le traduire par le mot barbare de « comportement », — est considérable. Récemment, le professeur Marguerite Washburn en a donné une systématisation des plus intéressantes dans le deuxième volume d'une série consacrée à l' « Animal behavior », et intitulé *The animal mind.*

Jennings, plus zoologiste que physiologiste, a beaucoup observé les faits et gestes des animaux inférieurs : infusoires, anémones et étoiles de mer, vers de terre...; il constata que certains actes

de ces animaux ne rentrent pas dans la catégorie des tropismes; trompé sans doute par les malentendus créés par l'École allemande, il ne remarqua pas que Loeb n'avait jamais dit le contraire. Il entreprit alors une croisade contre « la théorie orthodoxe des tropismes »; l'École allemande avait nié la psychologie animale; il nia purement et simplement les tropismes, ce en quoi il eut tort, comme nous le verrons dans la suite. De plus, il voulut mettre quelque chose à la place, et c'est alors qu'il imagina « la théorie des essais et erreurs », et qu'il fit faire ainsi à la psychologie comparée un retour en arrière.

Jennings se laissa suggestionner par les expériences, tout à fait remarquables d'ailleurs, faites depuis 1898 sur les vertébrés supérieurs par les Américains Thorndike, Hobhouse, Small, Kinnaman. Ces expériences avaient eu un très grand succès. Je rapporterai ici, à titre d'exemple, celles de Kinnaman sur deux singes appartenant à l'espèce *Macacus Rhesus*, un mâle de huit mois, une femelle de seize mois (1902).

Ces animaux ont été mis en présence de vases, ou de différentes formes, ou de diverses grandeurs, ou de couleurs variées, l'aliment étant placé dans l'un d'eux. Six vases de même capacité et ayant des formes assez diverses, aux parois internes et externes tapissées de papier noir, étaient alignés et espacés également. Le singe s'avançait au hasard vers un des vases, puis vers un autre, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il ait trouvé la nourriture

qui était placée dans un vase déterminé. On notait le nombre des essais, — ceux-ci étaient en général groupés par séries de 30, — et le nombre des réussites ; d'une série à la suivante, ce nombre augmentait, indiquant un progrès de la part de l'animal. On changeait d'ailleurs fréquemment l'ordre des vases, mais, une fois qu'il n'y avait plus guère d'erreurs, on faisait passer l'aliment dans un vase d'une autre forme et on recommençait plusieurs séries d'observations. Voici le tableau d'une suite d'expériences : les divers chiffres représentent les séries successives, et, pour chacune d'elles, le nombre des réussites sur 30 :

	Vase rectangulaire.	Vase cylindrique.	Vase elliptique.
Mâle. . .	19 27 29	11 29 26 29 30	10 21 29
Femelle .	14 27	2 22 28	0 7 26

On voit que la femelle se laissait dérouter plus facilement que le mâle par des conditions nouvelles ; mais, avec des vases de diverses grandeurs, c'est la femelle qui s'est montrée supérieure; après 1.880 expériences, le mâle faisait encore des erreurs : il était toujours tenté de choisir la plus grande boîte, comme s'il jugeait qu'elle doit contenir une plus grande quantité d'aliments. De même, il marquait une préférence pour les couleurs brillantes.

D'une façon générale, les singes placés vis-à-vis des vases bondissent, vont de l'un à l'autre jusqu'à ce qu'ils aient trouvé l'aliment. La complexité des phénomènes semble grande : il y a

perception à distance, de la part du sujet en expérience, non seulement de l'objet extérieur, mais encore de sa forme, de sa grandeur, de sa couleur... et de la place qu'il occupe dans l'espace ; il y a *choix*, de la part de l'animal, entre plusieurs objets; enfin, le singe effectue les mouvements nécessaires pour s'approcher de l'objet ou s'en éloigner. Ceci conduit à attribuer aux animaux considérés, non seulement les mobiles qui les poussent à chercher leur nourriture, mais encore la perception, la volonté..., en un mot, tous les éléments de la conscience supérieure. De plus, ces animaux arriveraient à effectuer des actes adaptés au but, à la suite de l'application de la *méthode des essais et erreurs*.

Or, pour Jennings, ce serait d'après cette même méthode que se ferait l'orientation des animaux inférieurs. Le singe, après s'être trompé de vases un certain nombre de fois, finit par aller directement au vase de forme déterminée qui contient l'aliment : petit à petit, au cours des essais successifs, se produit l'élimination des erreurs. Un infusoire se comporterait de même ; il se dirigerait dans de multiples directions de l'espace, avant de trouver la bonne direction, et, peu à peu, le nombre des essais nécessaires diminuerait ; ce que Loeb a appelé *tropisme* ne serait que le résultat d'un long apprentissage, et non pas, comme le veut Loeb, une réponse *directe* à un stimulant.

La distinction n'est pas sans importance : s'il y a effectivement chez les êtres les plus inférieurs des

essais et des erreurs ; si l'animal ne s'oriente que par un *choix*, un tri entre divers mouvements qu'il est capable d'effectuer, il y aurait « psychisme » dès l'apparition de la vie. Et l'infusoire microscopique ne serait pas si éloigné que cela du singe. C'est là, sans nul doute, l'origine de la vogue de la théorie de Jennings auprès des psychologues et des philosophes : On a été émerveillé à la pensée que des investigations précises établissent une identité parfaite dans le domaine des réactions du bas en haut de l'échelle animale, et, surtout, qu'elles montrent qu'il y a choix, volonté peut-être, dès le début.

J'aime à croire que les philosophes ont dépassé la pensée de Jennings ; mais c'était fatal : sa théorie devait déterminer un retour à l'anthropomorphisme. D'ailleurs, nous verrons que Jennings a beaucoup exagéré l'intervention des essais et erreurs dans l'orientation des animaux inférieurs, qu'il a pris souvent, pour des essais et erreurs, ce qui n'était que les effets de la sensibilité différentielle ; qu'enfin les faits trouvés par Jennings et reconnus exacts, loin de contredire ceux de Loeb, s'ajoutent simplement à eux.

A plusieurs reprises, Jennings s'est défendu contre le reproche d'anthropomorphisme qu'on lui faisait, et on lui doit en particulier une importante étude, où il cherche à établir un parallèle entre les diverses *régulations* : régulation des formes, régulation des mouvements, régulation thermique, régulations chimiques (appropriation des sucs di-

gestifs aux aliments, neutralisation des poisons injectés à un animal)...; partout la *sélection* interviendrait comme facteur régulateur. Pas plus dans la sélection des mouvements que dans celle des formes, il n'y aurait un choix personnel ou conscient. Et pour expliquer la variabilité des réactions chez les animaux inférieurs, Jennings fait intervenir les « *états physiologiques* », et non les « états de conscience »; il y aurait deux grandes classes d'états physiologiques : ceux qui dépendent des processus métaboliques de l'organisme, et d'autres qui dépendent, non pas directement du métabolisme, mais plutôt de la stimulation, de l'activité de l'organisme. Jennings insiste beaucoup, et avec raison, sur l'importance des processus du métabolisme, c'est-à-dire des processus internes de nutrition : les réactions des organismes vis-à-vis des agents externes pourraient s'expliquer en grande partie par l'action de ces agents sur les processus internes; il prend des exemples parmi les bactéries et les infusoires, et il rejette toute explication psychologique : « Il n'y a aucune raison, dit-il, d'attribuer à ces êtres une connaissance ou une idée de la relation qui existe entre les agents externes et les processus internes. » C'est très bien; mais, dans la substitution des « états physiologiques » aux « états de conscience », il ne faudrait pas se laisser hypnotiser par les mots. Sous l'influence de certaines conditions externes, l'organisme réagit d'une certaine manière; ces conditions persistant, l'organisme modifie cette première

réaction en une seconde, puis en une troisième, puis en une quatrième... : il passe par une série d'états physiologiques différents, A, B, C, D... Or, quand on a dit que les réactions diffèrent, parce que les états physiologiques diffèrent, donne-t-on réellement une explication ? A la réaction 1 s'est substituée la réaction 2, parce que l'état A a été remplacé par l'état B. Voilà qui n'avance pas beaucoup la solution de la question. Il faudrait être plus amplement renseigné sur ces états A et B. Nous verrons qu'il est possible de pousser l'analyse plus loin.

Si les idées de Jennings, en se répandant en Amérique et en Europe et en s'implantant dans le terrain philosophique, ont pu causer certains ravages scientifiques, il faut reconnaître qu'elles ont eu une influence stimulatrice considérable sur les recherches, et qu'elles ont poussé les partisans de la théorie des tropismes à préciser les faits et les arguments.

Malgré l'admiration que j'ai pour les belles recherches de ce savant, je préfère de beaucoup les tendances de Yerkes aux siennes. Ce qui caractérise les travaux de Yerkes, c'est un esprit de méthode tout à fait remarquable, et une grande ingéniosité dans l'expérimentation. Ses divers mémoires resteront classiques et devront servir de modèles à tous ceux qui aborderont les mêmes questions. Pendant que les Allemands niaient les sensations chez les animaux inférieurs, Yerkes a

réussi à faire une étude expérimentale des plus intéressantes sur l'audition de la grenouille. C'est également Yerkes qui a indiqué la manière dont on pouvait aborder expérimentalement l'étude de la formation des associations chez les animaux inférieurs ; après la grenouille, il s'est adressé à l'écrevisse. Enfin son livre récent sur les souris dansantes est des plus intéressants. On doit encore à Yerkes des interprétations très fines et sages à la fois des phénomènes dits psychologiques chez les animaux; sa discussion sur les critères du psychisme nous servira de point de départ. Bien que Yerkes ait eu une qualité, rare parmi les psychologues, celle de ne pas se préoccuper de choisir une attitude personnelle et d'attacher son nom à un système, son œuvre se présente avec les caractères d'une grande originalité.

CHAPITRE VIII

La méthode éthologique.

Nous venons de voir ce qu'ont donné les idées de Loeb, en Allemagne d'une part, en Amérique d'autre part. Et en France?

En France, on vit beaucoup trop de traditions; dans le domaine de la physiologie, on est toujours hypnotisé par la gloire de Claude Bernard; dans celui de la psychologie comparée, on était encore, il y a quelques années, à Romanes, ou même à Flourens, et on connaît encore bien vaguement les idées de Loeb; on n'a participé ni au mouvement allemand, ni au mouvement américain; dans le livre de Marguerite Washburn *The animal mind*, sur deux cent trente auteurs cités, il y a seulement quinze Français.

Mais on sait la fertilité des terres qui sont restées longtemps en friche, et il y a lieu d'attendre quelque chose, de beaucoup espérer même du pays où vit encore l'admirable observateur, Fabre d'Avignon. Grâce à une initiative privée, celle de

l'Institut général psychologique fondé par M. Youriévitch, grâce au travail exécuté dans les réunions du groupe de psychologie zoologique, avec les conseils de nos biologistes les plus éminents, Edmond Perrier, Giard, Delage, Bouvier, le sol est déjà labouré et défriché : faire de la psychologie zoologique, ce n'est plus écouter les récits où les demoiselles vantent les qualités morales et intellectuelles de leurs chats et de leurs chiens, ceux où les chasseurs racontent les ruses dont ils ont été victimes de la part des animaux qu'ils voulaient tuer, ce n'est plus assister aux séances données par les dresseurs dans les cirques....., ce n'est plus jongler avec des mots que l'on prend pour des choses.

Après avoir démoli, il fallait construire. On s'est mis à l'œuvre.

Certains essais demeurèrent stériles : ce sont ceux de quelques physiologistes qui ont tenté de pratiquer des mesures. Rien n'est plus utile que l'étude quantitative quand elle vient après l'étude qualitative. Il ne faut jamais s'engager trop tôt dans la première voie, et il faut se souvenir de l'erreur qui a été commise en psychologie humaine. On a voulu faire l'étude mathématique de phénomènes fort mal connus; on s'est engoué pour les recherches de psycho-physique; on était séduit à la pensée qu'on allait pouvoir mesurer l'intelligence! La psycho-physique était une mode en Allemagne; on essaya de l'introduire en France, mais le succès ne fut que passager. Pendant

quelque temps, les enquêtes, les graphiques, les courbes, les moyennes, menacèrent de transformer les ouvrages de psychologie en traités de mensuration, d'électro-technique, de statistique. Comme le montre bien Danville, toute cette mathématique des faits, cet étalage de physique, de chimie devint tout à fait ridicule et la mode disparut.

Les travailleurs de l'Institut général psychologique ne se sont pas engagés prématurément dans la voie de la psychologie mathématique; en revanche, éclairés par l'intelligence du grand biologiste que la science française vient de perdre, Giard, ils ont trouvé une voie féconde; ils ont inauguré une méthode nouvelle en psychologie comparée, la *méthode éthologique;* les premiers résultats ont surpris les Américains; ceux qui ont suivi ont reçu tous leurs encouragements.

L'*éthologie*, c'est l'étude des relations des êtres vivants entre eux et avec les diverses modalités du milieu extérieur. La nature, avec les conditions variées qui y sont réalisées, est un vaste champ d'expériences : les mêmes animaux s'y comportent de façons diverses, y acquièrent des habitudes variées, y subissent toute une série d'adaptations.

La méthode éthologique a été inaugurée, en biologie, par Giard, et, dans ce domaine, elle avait donné des résultats brillants entre les mains de l'illustre savant.

L'influence de Giard se fera si souvent sentir, au cours de ces pages, que je voudrais, ici, donner

au moins un aperçu des points essentiels de son œuvre, qui est, d'ailleurs, étroitement liée à son enseignement.

Pendant vingt années, dans la chaire d'évolution des êtres organisés, Giard n'a cessé d'évoquer les pensées géniales de Gœthe, de Lamarck, de Darwin; il aimait associer au nom de Lamarck celui de Jacques Loeb, et montrer les rapprochements que l'on peut établir entre le domaine des mouvements et celui des formes. Ce que j'ai dit précédemment de Lamarck et de Loeb suffit à prouver qu'il avait raison.

Loin d'opposer, comme on le fait trop souvent, le Darwinisme au Lamarckisme, Giard s'efforça de restituer à chacun des grands fondateurs de la doctrine de l'évolution la part qui lui revient. Plusieurs années de son enseignement ont été consacrées à l'étude des « facteurs primaires » et des « facteurs secondaires » du transformisme; par facteurs primaires, on entend l'action directe du milieu cosmique (climat, lumière, température, sécheresse et humidité,.... état mécanique du milieu...) ou du milieu biologique (alimentation, parasitisme...) et la réaction éthologique contre ces milieux; par facteurs secondaires, on entend l'hérédité, les diverses sélections (ou choix) naturelle, sexuelle, physiologique. Lamarck avait jeté les premières bases de l'étude des facteurs primaires, tout en reconnaissant l'importance du facteur secondaire hérédité, qui n'est, en somme, qu'une sorte d'intégrale des facteurs primaires.

Darwin, au contraire, s'est attaché à l'étude des facteurs secondaires. Grâce aux progrès réalisés dans les sciences physiques et biologiques, Giard a repris, avec succès, l'étude de l'action des milieux, et il a montré que dans la plupart des cas cette action est suffisante pour produire la transformation des espèces. Au lieu d'attribuer, comme bien d'autres, une vertu magique aux simples mots : sélection, hérédité, Giard a cherché à faire l'analyse expérimentale des faits, mais il a eu la sagesse, contrairement à beaucoup de nos physiologistes, de laisser la nature exécuter les expériences elles-mêmes, et il est arrivé ainsi, au dire même de Romanes, à une appréciation « admirable » de la valeur relative des facteurs de l'évolution. On conçoit combien les résultats des expériences de Loeb relatifs à la dynamique de la matière vivante sont venus jeter une vive lumière sur les mécanismes encore obscurs de l'action des facteurs primaires.

Parmi les recherches éthologiques effectuées par Giard, je retiendrai seulement ici celles relatives à la *castration parasitaire* et à l'*anhydrobiose*.

La castration est accompagnée de changements dans les attributs extérieurs des sexes et dans les instincts de l'animal infesté. Les crabes mâles parasités prennent quelques-uns des caractères des femelles, et chez eux se manifeste l' « amour maternel »; mais, dans ce cas, cet instinct s'applique au parasite, qui est traité avec autant de soins que la progéniture dans l'état normal.

Par « anhydrobiose », Giard entend le ralentissement des manifestations vitales déterminé par la perte d'une certaine partie de l'eau contenue dans les tissus. Les variations de la teneur en eau de l'organisme entraîneraient également des modifications de l'instinct.

En montrant que les « instincts », considérés en général comme immuables, peuvent être modifiés par l'action *immédiate* des facteurs primaires, Giard a porté une atteinte profonde à une notion léguée à la science par la philosophie métaphysique. Il s'est rencontré ainsi avec Loeb, qui rejette la notion des instincts, et dont les expériences montrent également toute l'importance de l'eau dans les phénomènes biologiques.

On voit que les idées de Giard peuvent être appliquées également à la psychologie comparée. Récemment elles l'ont été aussi à la sociologie par Waxweiller, le savant directeur de l'Institut Solvay, à Bruxelles, qui, dans un livre remarquable, a posé les bases de la sociologie éthologique.

J'ai eu la bonne fortune de subir l'influence directe de Giard, et c'est toujours la méthode éthologique que j'ai appliquée dans mes travaux de physiologie et de psychologie comparées. J'ai la plus grande confiance dans cette méthode. Si elle n'est pas toujours d'une application facile, elle conduit d'une façon certaine à découvrir d'innombrables faits nouveaux, et c'est encore ce qu'il y a de plus important pour le moment. Elle n'a

pas les inconvénients de l'observation pure et de l'expérimentation pure, que nous montre Marguerite Washburn dans son récent livre, *The animal mind* : on observe un animal dont on ne connaît pas les antécédents ; on expérimente sur un animal en le plaçant dans des conditions anormales, après l'avoir affamé, par exemple. Dans la nature, les expériences se font toutes seules et on n'a plus qu'à les observer ; l'habitat nous renseigne sur le passé de l'animal ; quand on fait des expériences, on les calque sur celles effectuées dans la nature. La méthode éthologique, enfin, est précieuse pour combattre autant les exagérations mécanistes que les exagérations « psychologantes ». Tel animal qui ne présentait que des réactions purement mécaniques, tropismes, vient à être imbibé d'eau ; alors cet animal, qui était en quelque sorte esclave des tropismes, s'affranchit et manifeste toute une activité, surtout d'origine interne, qu'on ne soupçonnait pas auparavant ; tel autre animal offre une réaction *variable* suivant les circonstances : on voit dans cette variabilité un signe d'une vie psychique, alors qu'elle n'est due en réalité qu'à des variations de la teneur en eau.

La méthode éthologique permet de pousser l'analyse expérimentale parfois très loin. Les résultats auxquels elle m'a conduit m'ont permis d'écrire des chapitres entièrement nouveaux pour un livre de psychologie animale : ceux des rythmes vitaux, de la sensibilité différentielle, de la combinaison des tropismes avec celle-ci.

Les observations récentes et remarquables de Anna Drzewina sur les façons variées dont les crustacés se comportent dans les divers habitats ont jeté une vive lumière sur quelques points litigieux de la nouvelle psychologie animale, et en particulier sur la question si controversée des rapports des tropismes avec les autres modes de l'activité animale. Je remercie ici cet auteur pour sa collaboration si précieuse.

Parmi les autres travaux de l'Institut psychologique, je veux encore mentionner, comme fort intéressants, ceux de Fauré-Frémiet sur les animaux unicellulaires, un travail de Van der Ghinst sur l'intervention des habitudes chez les anémones de mer.

Mais si la méthode éthologique peut donner d'excellents résultats entre les mains des travailleurs consciencieux et ayant une tournure d'esprit scientifique, cette même méthode peut conduire à des résultats déplorables en d'autres mains. L'analyse des nombreux facteurs éthologiques qui interviennent dans une réaction demande beaucoup de patience et toute une suite d'observations et d'expériences bien ordonnées ; très souvent, la variabilité de la réaction résulte des complexes variables des seuls facteurs externes et non d'une faculté hypothétique, telle que la « volonté » ; il est fâcheux que certains philosophes, au lieu de se contenter de disserter sur les « facultés » de l'âme des animaux inférieurs, se mettent à discuter sur des faits qu'ils ont incomplètement observés et

analysés, et cherchent à donner à leurs écrits une allure scientifique qui n'est que tout extérieure. Ainsi, d'une part, ils peuvent induire en erreur ceux qui n'ont guère pratiqué le laboratoire, et en particulier les débutants ; d'autre part, ils discréditent les recherches psychologiques aux yeux des savants habitués à chercher le déterminisme des phénomènes qu'ils étudient.

On s'en rendra compte en jetant un coup d'œil sur les publications récentes de Henri Piéron. Cet auteur, après avoir observé des fourmis, crabes et anémones de mer, a imaginé une mémoire purement musculaire des chemins suivis par les fourmis, une « autotomie psychique », volontaire chez les crabes, l' « anticipation réflexe » chez les anémones de mer. Je vais examiner tout de suite ces notions nouvelles de la psychologie animale pour n'y plus revenir. — Dans la nature, des fourmis sont habituées à suivre une piste déterminée : transportées dans une autre région, elles effectueraient un trajet dont le tracé se superposerait au premier ; il y aurait le souvenir d'une suite de mouvements musculaires, et il n'y aurait pas lieu de faire intervenir des points de repère extérieurs à l'animal et qui lui serviraient de guide. C'est fort intéressant, mais Turner, auquel on doit un excellent travail sur le retour au nid des fourmis, travail que j'analyserai longuement ici, déclare qu'il n'a jamais pu répéter les expériences de Piéron ; et que les conclusions de cet auteur sont en désaccord avec ses faits. — Certains crabes

abandonnent les pattes que l'on saisit et peuvent ainsi s'échapper ; c'est là ce qu'on appelle l'*autotomie*; Piéron prétend qu'il y a là un acte volontaire, car l'animal ne l'exécuterait que quand il voit des rochers où il sait pouvoir trouver un refuge.

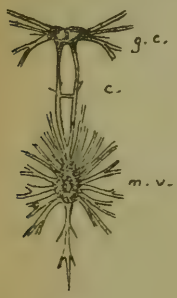

Fig. 2.

Système nerveux d'un crabe. — La masse ventrale *m v* commande les mouvements des membres; elle est reliée par le collier *c* au cerveau, formé de deux petites masses *g c*. En coupant les deux filets qui constituent le collier *c*, on soustrait complètement la masse ventrale à l'influence du cerveau et à celle des yeux qui y sont reliés.

C'est fort intéressant, bien que le raisonnement paraisse bien compliqué pour un crabe ; or, Anna Drzewina a montré qu'il n'y a rien de changé quand on supprime les yeux ou le cerveau du crustacé (fig. 2), et que la variabilité des réactions est purement organique; j'aurai l'occasion de revenir sur ce point. — L' « anticipation réflexe », enfin, c'est une sorte de prévision de l'avenir; tout en bas de l'échelle animale, les anémones de mer seraient capables de prévoir ce qui va se passer; or, la faculté de prévoir a été considérée pendant longtemps comme une des caractéristiques de l'intelligence humaine; dans le cas étudié par Piéron, les anémones, dans les mares abandonnées par la mer qui se retire, se fermeraient prévoyant le manque d'oxygène qui ne tarderait pas à s'y produire. C'est fort intéressant, malheureusement

dans les mares littorales il ne se produit pas un appauvrissement en oxygène, et l'asphyxie n'est pas à craindre pour les animaux qui s'y trouvent. — On voit, par ces exemples, les inconvénients qu'il y a à supposer *a priori* certaines facultés psychiques supérieures chez des animaux inférieurs; on est conduit ainsi à encombrer la littérature scientifique d'interprétations fausses, et, ce qui est plus grave, de faits inexacts.

Certes, des travaux aussi fantaisistes que ceux dont je viens de rendre compte, ne peuvent constituer un danger. Mais, en des mains plus habiles, le danger pourrait devenir menaçant, et on pourrait assister à un nouvel envahissement de l'anthropomorphisme.

L'histoire de la psychologie comparée, c'est, en effet, l'histoire de la lutte incessante de deux tendances opposées, de la lutte de la science contre les fantômes du passé, que certains voudraient encore nous faire prendre pour des réalités.

LIVRE II

LES CRITÈRES DU PSYCHISME

CHAPITRE IX

Parallélisme entre les théories de l'évolution organique et celles du psychisme.

En parcourant les grandes étapes de la psychologie animale, nous avons vu que les noms des deux évolutionnistes Lamarck et Darwin en marquaient deux importantes.

D'une façon générale, on peut trouver beaucoup d'analogies entre l'évolution psychique et l'évolution organique, ce qui n'est pas surprenant puisque, comme l'a déjà bien montré Lamarck, l'évolution psychique résulte du perfectionnement progressif du système nerveux, qui ne diffère pas essentiellement des autres systèmes d'organes du corps. L'évolution dite psychique et l'évolution organique présentent des lois communes, et les

théories qui ont été appliquées à celle-ci peuvent fort bien être appliquées à celle-là. Depuis cinquante ans, on s'est livré à des *controverses transformistes* : des malentendus ont été dissipés, les problèmes ont été posés nettement, sinon résolus. Je crois que, dans les *controverses psychologiques* qui sont plus récentes, on doit profiter de toute cette expérience passée.

Ainsi, il est facile de se rendre compte que, de même que les idées de Lamarck et celles de Darwin, loin de se contredire, se complètent mutuellement, de même les idées de Loeb et celles de Jennings sont parfaitement conciliables.

Lamarck et Darwin ont envisagé l'évolution à deux points de vue différents. Lamarck a considéré les variations des êtres vivants comme des *réactions directes* des organismes vis-à-vis du milieu extérieur; Darwin a appliqué le principe de la *sélection* aux variations des êtres vivants : ces variations, sur l'origine desquelles il n'insiste pas, sont les unes avantageuses, les autres désavantageuses; les premières seules sont conservées, comme s'il se faisait dans la nature un choix, une sélection.

Or, ces deux points de vue sont précisément ceux auxquels se sont placés J. Loeb et H.-S. Jennings lorsqu'ils ont envisagé l'évolution psychique des animaux. Loeb voit surtout dans les réactions des animaux inférieurs des *réponses directes* aux excitants du milieu extérieur ; Jennings applique le *principe de la sélection* aux mouvements des

êtres vivants : parmi les mouvements de hasard, il y en a d'utiles, d'autres inutiles ou même dangereux ; ces derniers se présentent comme des *essais* qui sont vite abandonnés ; il y aurait un choix des mouvements, comme il y a un choix des formes.

Je ferai observer en passant que la notion de sélection, de *choix*, est une notion dangereuse pour un esprit non scientifique. Quand on parle de choix, on est tout de suite conduit à penser qu'il y a un auteur du choix. Dans la sélection artificielle, cet auteur apparaît immédiatement : c'est l'agriculteur, l'éleveur ; en ce qui concerne la sélection naturelle, il ressort de la lecture de Darwin qu'il n'y a pas d'auteur : la sélection se ferait pour ainsi dire automatiquement ; malgré cela les esprits mystiques ont cherché l'auteur de la sélection naturelle. Il y a là une équivoque possible. Cette équivoque peut devenir fâcheuse quand il s'agit de la sélection des mouvements : on peut fort bien admettre que cette sélection se fait automatiquement comme la sélection des formes, mais on peut voir aussi dans l'animal lui-même l'auteur du choix. Or, pour beaucoup, le fait de *choisir* de la part d'un animal serait un des signes les plus certains d'une vie psychique. Ici nous aurons donc à éviter soigneusement d'être victimes des mots.

Le parallèle que j'ai commencé à esquisser peut se poursuivre. On sait que les idées de Lamarck et celles de Darwin ont dû être complétées respectivement par celles de l'Américain Cope, chef des

néo-lamarckiens et par celles de l'Allemand Weismann, chef des néo-darwiniens. Lamarck cherche la *cause* de la variation ; Cope, son *mécanisme*. Darwin et Weismann envisagent sa *conservation*, l'un cherchant le rôle de la sélection, l'autre celui de l'hérédité. Or, d'une part les idées des néo-darwiniens doivent intervenir dans les discussions sur l'instinct : récemment Dahl et Ziegler en ont tenu compte ; — d'autre part les idées des néo-lamarckiens peuvent être précieuses dans la recherche des critères du psychisme ; personne, jusqu'ici, je crois, n'y avait songé.

Je vais tout d'abord exposer les idées de Cope, le chef de l'école néo-lamarckienne, idées que Le Dantec a beaucoup contribué à répandre en France.

Cope a considéré les êtres vivants de deux façons différentes : ou bien comme des *édifices* construits avec des matières de diverse nature et dont la forme varie nécessairement avec la nature de ces matières, on bien comme des *machines* composées d'organes et de systèmes d'organes (appareils) susceptibles de mouvements variés, mouvements qui doivent, tout en restant coordonnés, s'adapter à certains buts à remplir. Les plantes ne peuvent être guère envisagées que de la première manière : ce sont des édifices formés par la juxtaposition de petites chambrettes appelées cellules. Les animaux, au contraire, peuvent être envisagés des deux manières : on peut voir, même dans un

animal très différencié, soit une simple *masse de matière vivante* qui possède une organisation particulière, soit un *ensemble de mécanismes* constitué avec le concours des tissus musculaire et nerveux.

Cope a reconnu que, lorsqu'un être vivant subit une modification, ou bien celle-ci porte sur la totalité de la matière vivante qui le constitue, ou bien elle porte sur les connexions entre les diverses pièces de la machine animale ; dans le premier cas, il y a une *variation chimique de la matière vivante*, dans le second, une *variation mécanique des divers appareils*.

Pour Cope, les *variations chimiques* relèvent de ce qu'il appelle la *physiogenèse*, les *variations des connexions* de ce qu'il appelle la *kinétogenèse* ; les premières portent *simultanément* sur les diverses cellules de l'organisme, les secondes se *transmettent* d'un groupe de cellules à un autre. Cette distinction a été faite également par Edmond Perrier : ses *allomorphoses* sont les modifications physiogénétiques de Cope, ses *automorphoses* les modifications kinétogénétiques.

Cope, comme nous venons de le voir, compare l'être vivant, l'animal, à une machine ; je me servirai de cette comparaison comme d'un moyen commode d'exposition. Mais je ferai remarquer qu'il y a un abîme entre la machine vivante la plus simple et la machine la plus compliquée sortie des mains de l'homme.

Les machines employées dans l'industrie sont

d'ailleurs de deux sortes : dans la plupart toutes les pièces sont constituées par une substance rigide, non déformable, et les mouvements ne dépendent que de l'agencement des organes ; dans certaines il y a des pièces de deux sortes, les unes rigides, non déformables, les autres élastiques (ressorts, courroies, etc.), et alors les mouvements dépendent non seulement de l'agencement des organes, mais encore des propriétés de ces organes (élasticité, compressibilité....). Dans ce qu'on appelle d'une façon trop simpliste la « machine animale », il faut également tenir compte, en outre des connexions, des propriétés des divers organes (élasticité, excitabilité, contractilité...) En conséquence, la variabilité des réactions, que nous allons avoir à envisager, peut résulter, ou bien de variations dans les connexions entre organes, ou bien de variations dans l'état de la matière vivante.

Autrement dit, la variabilité des réactions chez les animaux peut résulter aussi bien de modifications physiogénétiques que de modifications kinétogénétiques.

Mais tant que la variabilité des réactions résulte uniquement des premières modifications, il ne saurait être question de *psychisme*. La variabilité d'origine chimique, purement organique, n'a rien à faire avec le psychisme. Au contraire, celui-ci apparaît comme lié aux connexions entre organes ; et il serait d'autant plus complexe que les connexions le seraient davantage. Or, le perfectionnement des

connexions est en relation avec celui du système nerveux.

Il est bien évident que la distinction entre les modifications physiogénétiques et les modifications kinétogénétiques n'est pas absolue ; ces dernières se ramènent en dernière analyse à des processus chimiques qui se propagent en changeant de nature d'une cellule à l'autre, d'un organe à l'autre.

Quoi qu'il en soit ce serait une utopie de « tenter à exprimer les réactions psychiques des animaux en un langage physico-chimique. »

CHAPITRE X

Rôle du système nerveux dans les réactions des animaux.

Pour beaucoup d'auteurs, le « psychisme » est lié à la forme générale et à la spécialisation du système nerveux, appareil qui facilite les connexions de la machine animale.

La forme du système nerveux dépend elle-même de la forme générale de l'organisme. Ici je rappellerai simplement que l'on distingue trois grands types d'organisation dans le règne animal : 1° celui des êtres unicellulaires (amibes, infusoires) ; 2° celui des êtres pluricellulaires à symétrie rayonnée, fixés (hydres, anémones de mer) ou non (étoiles de mer, oursins) ; 3° celui des êtres à symétrie bilatérale (vers, mollusques, articulés, vertébrés).

Les animaux unicellulaires n'ont pas de système nerveux, car qui dit « système nerveux » dit un assemblage de cellules munies de prolongements plus ou moins ramifiés, ou cellules nerveuses. L'association la plus simple est celle réalisée par deux

cellules, l'une fusiforme, l'autre étoilée (fig. 3) ; la première, dite cellule réceptrice ou sensitive *s*, reçoit les impressions du milieu extérieur ; celles-ci sont transmises à la seconde, cellule motrice *m*, qui les convertit en particulier en incitations motrices.

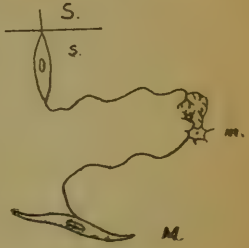

Fig. 3.

Chaîne de deux cellules nerveuses, reliant la surface externe du corps S à un muscle M ; *s* est la cellule sensitive ; *m*, la cellule motrice ; les prolongements ramifiés de ces cellules se touchent.

Chez les êtres pluricellulaires les plus inférieurs (hydres...), les cellules nerveuses sont disséminées à la périphérie du corps, ne formant guère que de petits chaînons isolés.

Chez les étoiles de mer, les oursins,... on voit apparaître l'ébauche d'un système nerveux central, sous forme d'un anneau d'où s'échappent cinq rubans radiaires. De même chez les vers annelés, mais la disposition est tout autre : dans chaque segment se trouve une paire de petites masses nerveuses, ou ganglions ; ceux-ci sont réunis entre eux de manière à former une sorte d'échelle ventrale, rattachée par un collier qui entoure l'œsophage à une double masse dorsale, céphalique, cerveau rudimentaire.

Cette disposition se retrouve chez les articulés, c'est-à-dire les crustacés, les insectes (fig. 4). Mais ces animaux ont une physionomie à part : le

corps est revêtu d'une sorte de cuirasse de chitine formée de pièces articulées; les organes des sens, l'œil en particulier, subissent des perfectionnements parfois considérables; presque *toutes les fonctions sont extériorisées*. Une tendance opposée se rencontre chez les vertébrés, où le squelette est interne; le système nerveux central prend une importance qu'il n'a dans aucun autre groupe du règne animal : on sait que la moelle épinière et l'encéphale constituent un axe dorsal d'où se détachent de nombreux nerfs, et qui est protégé par les vertèbres et les os du crâne. Il faut voir sans doute dans cette protection si efficace une des causes de la prédominance du système nerveux : les divers tissus de l'organisme sont en lutte les uns avec les autres, et il y a lieu de tenir compte des conditions qui avantagent tel ou tel autre.

FIG. 4.

Système nerveux d'un insecte, formé d'un cordon ventral d'où s'échappent les nerfs et, en avant, du cerveau *g c* logé dans la tête. — C'est là le type du système nerveux des vers, des crustacés, des insectes.

Lamarck avait déjà donné une classification des animaux basée sur le perfectionnement du système

nerveux, et il déniait, non seulement l'intelligence, mais encore le sentiment, à ceux qui n'ont qu'un système nerveux diffus. De nos jours, les auteurs sont loin de s'entendre sur la question de savoir où faire commencer le psychisme. Certains, comme Lamarck, le limitent aux animaux qui ont un système nerveux central bien différencié; d'autres l'accordent à ceux qui n'ont qu'un système nerveux périphérique diffus, tels que les polypes; d'autres, enfin, le font commencer encore plus bas dans l'échelle animale. « Si les formes les plus élevées du psychisme exigent la présence du système nerveux et de l'association des cellules nerveuses, il ne s'ensuit pas que ses formes les plus basses ne puissent se développer là où il n'y a ni association de cellules nerveuses, ni même de système nerveux. » Telle est en particulier l'opinion de Bechterew, qui ajoute : « Les organismes les plus simples manifestent un *choix* indépendant de leurs mouvements; ce choix indépendant prend sa source dans l'élaboration interne des excitations externes; force est donc d'admettre que, malgré l'absence du système nerveux, ces organismes possèdent tout de même une activité psychique, fût-elle la plus élémentaire. L'absence chez eux de système nerveux n'a pas à nos yeux de valeur essentielle dans la question qui nous occupe. Est-ce que l'absence de système musculaire chez les infusoires ne pourrait servir de prétexte à nier leurs facultés motrices; l'absence d'estomac chez eux ne plaiderait-elle pas en faveur de l'absence

de digestion ? Et cependant des observations authentiques disent absolument le contraire... Les fonctions psychiques sont aussi inséparables du protoplasma que n'importe quelle autre fonction biologique... Il n'y a aucune raison de croire que, dans la série animale, les manifestations de l'énergie doivent absolument être liées au système nerveux. Là où ce dernier existe, tel est le cas des animaux supérieurs, il constitue, sans contredit, un milieu spécialement approprié à la manifestation de l'énergie... » Bechterew termine par l'exposé d'un fait des plus suggestifs : le protoplasma de l'amibe (fig. 5), c'est-à-dire de l'être unicellulaire le plus simple, posséderait une composition chimique bien plus voisine de celle du système nerveux des animaux supérieurs que le protoplasma de n'importe quelle cellule de ces derniers.

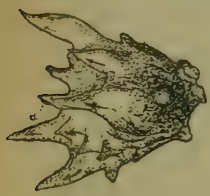

Fig. 5.

Amibe en mouvement. — C'est le plus simple de tous les êtres vivants ; elle est formée d'une simple masse de matière vivante qui se déforme constamment, envoyant des prolongements, *a*, dans la direction du déplacement.

Au fond, il ne faudrait pas s'exagérer l'importance de ces divergences de vue : le *psychisme*, c'est un mot, auquel on a attribué des significations diverses ; toutes les fois qu'on l'emploie, il faut préciser le sens que l'on adopte. Les Allemands de la nouvelle école ne parlent plus de psychisme,

mais ils distinguent nettement : les « antitypies » ou réactions se faisant par les voies protoplasmiques et présentées par les plantes et les animaux unicellulaires, et les « antikinèses » ou réactions consécutives à une excitation et transmises par les voies nerveuses des animaux pluricellulaires. En réalité, ces derniers animaux présenteraient également des antitypies.

En effet, pour Loeb, chez des animaux relativement élevés en organisation, beaucoup d'actes, même compliqués et coordonnés, sont indépendants des propriétés spécifiques du système nerveux et sont tributaires des propriétés générales de toute matière vivante, à savoir l'excitabilité, la conductibilité de l'excitant; il suffit que ces deux propriétés soient accusées chez un animal pour que ses réactions soient nombreuses et complexes, et pour que sa faculté d'adaptation aux conditions extérieures soit grande.

D'après Loeb, on aurait beaucoup exagéré l'importance du système nerveux central, du moins chez les invertébrés. Chez une ascidie (*Ciona intestinalis*), Loeb a extirpé le système ganglionnaire tout entier, et l'animal a continué à effectuer ses différents actes habituels. L'ascidie n'est, il est vrai, qu'un animal fixé, dégradé, se rattachant à la source originelle des vertébrés. Mais il en serait de même chez des vers, des mollusques, des articulés, etc. Les tropismes, si fréquents chez les animaux inférieurs, ne sont que des réponses directes de la matière vivante vis-à-vis des influences diverses du

milieu extérieur, et, pour les expliquer, il n'est pas nécessaire de tenir compte de la différenciation en tissus musculaire et nerveux. L'acte réflexe ne nécessiterait pas chez les animaux un agencement spécial d'éléments nerveux ; tant qu'il subsiste un lien protoplasmique entre les éléments cutanés et les éléments musculaires, les irritants périphériques peuvent engendrer des réactions appropriées. Loeb considère la « théorie des centres nerveux » comme une « erreur scientifique ayant poussé la physiologie sur la voie de la psychologie métaphysique ». J'ajoute que tous les physiologistes ne sont pas de l'avis de Loeb.

Pour ma part, j'ai vu des choses bien extraordinaires : entre autres, chez une sangsue, j'ai pu détruire la plus grande partie de la chaîne ventrale, et les mouvements sont restés ce qu'ils étaient. Quand on songe que des centaines de cellules entrecroisent de multiples prolongements ramifiés pour former l'édifice complexe du système nerveux et que parfois on peut détruire la plus grande partie de cet édifice sans supprimer l'harmonie des mouvements... on reste devant les faits étonné, troublé. Le système nerveux central ne serait-il donc chez les animaux inférieurs qu'un luxe inutile ?

Dans ce système, tout est d'ailleurs mystère ; les réactifs chimiques les plus délicats, les verres les plus grossissants... resteront certainement toujours impuissants à nous révéler ce qui se passe dans les cellules des centres nerveux; on est obligé

de se contenter de formules vagues, de dire, par exemple, que « les centres nerveux sont formés par l'association de cellules nerveuses qui sont le siège de l'élaboration interne des excitations externes ».

Dans ce livre, je suivrai la classification des actes des animaux donné par Loeb : tropismes, sensibilité différentielle, phénomènes associatifs... Nous reconnaîtrons facilement l'importance du système nerveux central pour la formation des associations. Chez les êtres inférieurs, qui n'ont encore que des ébauches de centres nerveux, les associations de sensations sont au second plan. Pour la sangsue, les ganglions nerveux de la chaîne ventrale seraient un luxe, comme pour l'homme la richesse des circonvolutions cérébrales et le génie.

CHAPITRE XI

Variabilité des réactions des animaux.

Le système nerveux et sa différenciation sont ainsi des critères du psychisme insuffisants; pour caractériser le psychisme beaucoup d'auteurs ont invoqué la variabilité des réactions des animaux.

Ces auteurs, quand ils ont parlé de « variabilité des réactions », croient avoir tout dit. Or, nous allons voir qu'il y a variabilité et variabilité, et qu'il importe, dans chaque cas particulier, de déterminer le mécanisme de la variabilité. Celle-ci peut être d'origine organique ou chimique, d'origine périphérique ou réceptive (sensorielle), d'origine centrale ou associative, psychique dirons-nous.

Pour le montrer, je me servirai des deux animaux qui vivent en abondance dans le bassin d'Arcachon : le branchellion et le grapse.

Le branchellion est un ver parasite, voisin des sangsues (fig. 6), et qui vit fixé sur la peau des torpilles, poissons qui donnent des décharges élec-

triques. J'ai constaté qu'il est excessivement sensible à la lumière, mais ses réactions vis-à-vis de cet agent physique sont assez variables : 1° La variabilité peut être d'*origine organique, chimique*. Dans une eau dessalée, au bout d'un certain temps, les réactions du branchellion peuvent même changer de signe. Or, dans ce cas, la teneur en eau de

Fig. 6.

Branchellion, ou ver parasite vivant sur la peau des torpilles. L'animal est fixé par la ventouse postérieure, et la partie antérieure du corps peut effectuer des oscillations.

la matière vivante du ver a certainement changé ; 2° La variabilité peut être d'*origine périphérique, réceptive*. Je fais subir une certaine variation d'éclairement, tantôt à un segment *a*, tantôt à un segment *b*, le premier plus pigmenté que le second ; l'animal réagit différemment dans un cas et dans l'autre, et cela semble évident dès que l'on songe que le segment *a* a une faculté réceptive pour la lumière plus grande que le segment *b*. Ici je ne vois encore rien de psychique ; 3° Tout autre est le cas suivant, où la variabilité est d'*origine centrale, associative*. La tête du branchellion est excessivement sensible aux variations de l'éclairement. Mais la même variation d'éclairement portant sur cette région n'entraîne pas toujours la même réponse : si la

ventouse postérieure est fixée sur du verre, tout le corps se redresse verticalement, dès qu'une ombre passe sur la tête de l'animal ; qu'une torpille, en passant, porte l'ombre, la sangsue en se redressant peut l'atteindre et s'y fixer ; si la ventouse postérieure est, au contraire, déjà fixée sur la peau du poisson, le corps ne se redresse pas ; le mouvement n'aurait d'ailleurs dans ce cas aucune utilité. Il y a variabilité des réactions du branchellion, mais il ne s'agit plus d'une différence dans l'excitabilité de la matière vivante ou dans la réception de la lumière ; il intervient une *association* entre deux phénomènes ayant leur point de départ, l'un dans la région céphalique excitée par la lumière, l'autre dans la ventouse postérieure soumise aux excitants mécaniques. Dans ce phénomène associatif, facilité singulièrement par le système nerveux central, on peut voir un phénomène psychique tout à fait rudimentaire.

Fig. 7.

Grapse, ou crabe agile vivant dans les rochers littoraux des côtes sud-ouest de la France. Quand le crustacé est saisi par une patte, le plus souvent il abandonne celle-ci. Dans la figure, la 5e patte droite manque, s'étant brisée à la base.

Le grapse est un crabe fort agile (fig. 7) qui se réfugie dans les interstices des rochers littoraux. Il peut donner lieu à une discussion semblable à celle que je viens de faire pour le branchellion. Très souvent,

quand on saisit le crabe par une patte, celle-ci se détache à la base; c'est le phénomène de l'autotomie; mais cette réaction présente une grande variabilité. Mlle Drzewina en a fait une étude analytique soignée : 1° La variabilité peut être d'*origine organique, chimique*. Quand le grapse a subi une dessiccation dans les rochers abandonnés par la mer et ensoleillés, l'autotomie se fait difficilement, ou même plus du tout; — 2°. La variabilité peut être d'*origine périphérique, réceptive*. On porte la même excitation mécanique (pincement), tantôt sur un segment de la patte, tantôt sur un autre, et on obtient des réponses différentes : dans un des cas seulement, il se produit une rupture de la patte. Il y a variabilité des réactions, et celle-ci peut fort bien être due, comme dans le cas des deux segments du branchellion, à une différence dans les réceptions périphériques des deux segments du membre, inégalement et différemment sensibles. D'autre part, on porte sur le même segment deux sortes d'excitations mécaniques : tantôt des chocs, tantôt de légers pincements, et on obtient des réponses différentes; dans le second cas seul, il se produit une rupture de la patte. Il y a variabilité des réactions, et il se peut fort bien d'origine périphérique : on sait que certaines dispositions des terminaisons nerveuses se prêtent beaucoup mieux aux excitations par pincement qu'aux excitations par choc. Dans ces divers cas, on ne peut pas conclure au caractère psychique de la réaction, et encore moins au ca-

ractère volontaire. Mais on pourrait parler de psychisme, si la réponse à une excitation mécanique de la patte était influencée par les réceptions diverses de l'œil, par les sensations visuelles, car, alors il faudrait faire intervenir des *phénomènes associatifs*, une combinaison quelconque dans le système nerveux central. Mais les observations de Mlle Drzewina n'ont rien montré de semblable. — Piéron, au contraire, a confondu les variabilités de diverses origines, et a invoqué le « psychisme », la « volonté » de l'animal dans les cas où il y avait, soit une simple variation chimique de la matière vivante, soit une variation dans les réceptions périphériques. On ne saurait trop s'élever contre des interprétations aussi fâcheuses.

Il ne faut pas confondre la variabilité d'origine périphérique ou réceptive avec la variabilité d'origine centrale ou associative, qui seule peut impliquer le psychisme. Il ne faut jamais oublier que, chez un animal pluricellulaire, les cellules périphériques forment comme un écran interposé entre le milieu extérieur et les cellules internes, en particulier les cellules des centres nerveux, écran qui ne laisse passer que certaines qualités et quantités de l'énergie du milieu extérieur.

De l'analyse, encore trop imparfaite, que je viens de faire, il ressort nettement que la variabilité des réactions est un caractère insuffisant pour apprécier le caractère psychique de celles-ci;

faut, dans tous les cas, rechercher avec soin l'origine de cette variabilité. Dans son récent livre, Marguerite Washburn arrive à une conclusion analogue : « Une machine aussi compliquée qu'un organisme animal, même s'il n'était rien de plus qu'une machine, doit montrer, dit-elle, des irrégularités dans son fonctionnement ». *Quand il y a psychisme, il y a variabilité; mais toutes les fois qu'il y a variabilité, il n'y a pas, forcément, psychisme. La variabilité des réactions est une condition* nécessaire *du psychisme, mais non une condition* suffisante.

La variabilité psychique est d'origine associative. C'est là même le critérium donné par J. Loeb, qui voit, dans tout phénomène psychique, l'intervention d'une « *mémoire associative* », d'une combinaison entre les sensations présentes et *passées*. Loeb n'a jamais nié la psychologie comparée, et il a indiqué que celle-ci doit être basée sur la recherche des phénomènes qui révèlent une mémoire associative.

Pour avoir le droit de parler de « psychisme », et à plus forte raison de « volonté », il est insuffisant d'avoir reconnu que l'animal varie ses actes; il est également insuffisant d'avoir constaté qu'il a appris, qu'il choisit. « Apprendre », « choisir », ce ne sont là que des cas particuliers de « varier ses actes ».

« Apprendre », voilà un mot qui signifie bien des choses différentes. On sait que le bois d'un violon dont on a joué beaucoup résonne mieux qu'au

début; à la longue, il s'est produit un arrangement moléculaire favorable au phénomène de résonnance; on pourrait dire que le bois du violon « a appris » à vibrer à l'unisson des cordes; dans ce phénomène, il n'y a, évidemment, rien de psychique. Dans une forge, les muscles des ouvriers subissent des modifications lentes qui les rendent plus aptes à agir dans l'acte de battre le fer : ils « apprennent », mais « apprendre » a, dans ce cas, un tout autre sens que dans celui où un apprenti se met rapidement au courant de son nouveau métier. Ces exemples, cités par Marguerite Washburn, sont très frappants. Chez les animaux inférieurs, il y a bien des manières différentes d'apprendre : la docilité ou habileté à apprendre est une caractéristique du protoplasma; chez un animal pluricellulaire, il peut y avoir un *apprentissage musculaire*, un *apprentissage sensoriel*, un *apprentissage du système nerveux central;* le système nerveux étant une des parties les plus sensibles de l'organisme, son éducation se fait en général beaucoup plus vite que celle des muscles et celle de la matière vivante ordinaire. Chez les animaux supérieurs, il y a encore d'autres manières d'apprendre : outre l'association, l'imitation, le raisonnement.

Pour beaucoup d'auteurs, l'habileté à profiter de l'expérience est un critérium suffisant des processus mentaux; Yerkes fait observer, avec juste raison, que l'emploi de ce seul critérium est, non seulement insuffisant, mais encore absurde.

Ceux qui, comme Bechterew, accordent le psychisme aux animaux unicellulaires, appuient leur opinion sur la variabilité des réactions, et sur des faits qui montrent que ces animaux sont capables d'apprendre. L'observation qui paraît la plus convaincante est due à Métalnikoff. C'est un fait banal que les infusoires englobent, outre des bactéries, de fines particules de carmin, d'encre de Chine...; ces substances qui leur sont nuisibles sont ensuite expulsées. Or, quand on place un de ces animaux dans un milieu où il y a beaucoup de carmin, il commence par en englober des quantités considérables; dans la suite, il en englobe de moins en moins, et finalement, au bout de quatre à cinq semaines, il n'en englobe plus du tout; mais si alors on remplace le carmin par de la sépia, l'infusoire se met à manger avidement de cette nouvelle matière colorante, pour cesser également au bout d'un certain temps. Ce fait est à rapprocher de celui signalé par Bordet : les globules blancs du sang mis en présence de grandes quantités de bactéries, cessent, au bout d'un certain temps, d'en englober. L'infusoire, le globule blanc seraient capables d'apprendre..., auraient des facultés psychiques. Je ne crois pas qu'il faille se hâter de conclure dans ce sens; il faudrait préciser le mécanisme de l'apprentissage; or, les animaux unicellulaires se prêtent mal à une analyse de ce genre. Dans les cas considérés, il semble y avoir psychisme parce que les nouvelles réponses sont précisément *adaptées* aux nouvelles conditions; mais, il en est

de même de tous les phénomènes d'immunisation étudiés à l'Institut Pasteur, et on n'a jamais invoqué le psychisme pour les expliquer.

« Choisir », comme « apprendre », est un mot qui signifie bien des choses différentes. Dans les phénomènes d'affinité chimique, les atomes manifestent un choix : ils s'assemblent convenablement « par une sorte d'instinct infaillible ». La sélection, au sens de Darwin, est un choix qui se fait automatiquement. Chez un animal pluricellulaire, il peut y avoir un choix sensoriel, qui correspond plus ou moins à la « discrimination sensorielle » des auteurs, ou bien un choix central, dont les formes les plus élevées peuvent être groupées sous le terme de « volonté ».

« Varier ses actes », « apprendre », « choisir » sont des critères insuffisants des processus psychiques; il faut préciser davantage, si l'on veut conserver le mot « psychisme ». Nous conviendrons de qualifier de psychique l'acte de varier ses actes, celui d'apprendre, celui de choisir, quand il est le résultat de processus associatifs, où interviennent des sensations passées et des sensations actuelles. *La « mémoire associative » sera, pour nous, le critérium du psychisme.* C'est en étudiant les phénomènes associatifs que nous pourrons établir une échelle des actes psychiques.

CHAPITRE XII

Discussion sur les critères du psychisme et la légitimité de la psychologie comparée.

Arrivés à ce point de mon livre, beaucoup de mes lecteurs auront certainement l'impression que celui qui va à la recherche du psychisme chez les animaux inférieurs marche sur un terrain mouvant, et plus d'un sera sans doute tenté de se ranger à l'opinion des Allemands de la nouvelle école, à savoir que nous n'avons aucun moyen de pénétrer dans la vie psychique des animaux, qu'il n'y a pas, qu'il ne peut y avoir de psychologie comparée.

Tel n'est pas l'avis de l'Américain Yerkes, qui est l'un des fondateurs de la psychologie comparée. Pour lui, certes, la recherche du psychisme est des plus délicates. Ceux qui veulent une certitude l'abandonneront presque infailliblement ; les véritables chercheurs, au contraire, seront captivés par les difficultés mêmes : ils observeront minutieusement les animaux, notant tous les signes qui paraissent révéler le caractère psychique de leurs

actes ; et, à défaut d'une certitude, ils se contenteront d'un faisceau de probabilités. Pour Yerkes, tous les signes qui ont quelque valeur doivent être utilisés ; ce savant les classe de la façon suivante, par ordre de valeur croissante :

I. *Signes morphologiques*	1. Forme générale de l'organisme. 2. Forme du système nerveux. 3. Spécialisation du système nerveux.
II. *Signes fonctionnels*	1. Forme générale de la réaction (discrimination). 2. Modifiabilité de la réaction (docilité). 3. Variabilité de la réaction (initiative).

Les termes : « discrimination », « docilité », « initiative », sont empruntés aux *Outlines of psychology*, de Royce.

Les deux chapitres qui précèdent ne sont en somme qu'une discussion anticipée de la valeur de ces divers signes.

Nous avons vu que les auteurs sont loin d'être d'accord sur celle des signes morphologiques, certains faisant commencer le psychisme là même où il n'y a pas encore de système nerveux. Il y aurait beaucoup à tenir compte de la spécialisation du système nerveux, de la richesse des connexions entre cellules nerveuses : malheureusement nous savons difficilement l'apprécier.

En ce qui concerne les signes fonctionnels, je n'aime pas les termes de discrimination, de docilité, d'initiative, établis par Royce ; tout cela sent trop le langage philosophique ; je n'ai jamais pu me figurer ce qu'il faut entendre exactement sous ce mot de discrimination, dont depuis quelque

temps on a fait un emploi si fréquent dans les travaux sur la psychologie des animaux inférieurs...; les termes anthropomorphiques : docilité, initiative, représentent deux aspects opposés de la variabilité des réactions, l'animal se montrant comme passif ou comme actif. Je me sens incapable de discuter sur tous ces mots ; je préfère employer toujours le mot *variabilité*, chercher si la variabilité est d'origine organique, d'origine périphérique ou d'origine centrale, et, dans ce dernier cas, chercher à analyser la complexité des associations de sensations, c'est-à-dire la complexité psychique.

En définitive, je rejette successivement les divers critères du psychisme adoptés par Yerkes, mais je choisis en revanche le critère de Loeb, à savoir la mémoire associative. Je ne prends donc pas l'attitude négative des Allemands. Je ferai observer que ce n'est pas à la psychologie que je m'en prends, mais au langage psychologique, qui jusqu'ici n'est guère un langage scientifique. Comme le fait remarquer si bien le docteur Sollier, on ne saurait imaginer plus d'impropriété dans les termes, plus d'imprécision dans les définitions, plus de subjectivisme, d'anthropomorphisme dans les expressions... On a trop l'habitude d'employer des mots dont la définition est presque impossible, qui correspondent à quelque chose que tout le monde connaît d'une façon vague, mais qu'il croit très nette, tels que les mots de conscience, volonté... La confusion qui règne dans le langage psycholo-

gique tient pour la plus grande part à ce que, au lieu d'étudier les phénomènes psychologiques *d'une façon objective*, à la manière de tous les phénomènes de la nature, on les examine à un point de vue essentiellement subjectif. Au lieu de disserter sur des mots, il vaudrait bien mieux se borner à noter les rapports de succession des phénomènes, comme on les enregistre en physiologie, pour en déduire les rapports de causalité. Je me suis refusé à discuter sur les mots : discrimination, docilité, initiative ; j'ai cherché à montrer que reconnaître qu'un animal « varie ses actes », « apprend », « choisit », est insuffisant pour parler de psychisme ; « varier ses actes », « apprendre », « choisir » sont des mots qui peuvent signifier bien des choses différentes. Mais si j'ai conservé, comme critère du psychisme, la mémoire associative, c'est, comme nous le verrons dans la suite, que les phénomènes associatifs peuvent être étudiés objectivement chez les animaux et peuvent conduire à une définition objective du psychisme, répondant d'ailleurs à l'opinion la plus courante.

Il y a « psychisme » lorsque l'acte de l'animal résulte de l'association entre des sensations actuelles ayant leur point de départ dans divers points de la surface du corps et des sensations passées. Plus l'association est complexe, plus le psychisme est complexe. En observant les mouvements des animaux inférieurs, en notant leurs modifications dans des habitats et des conditions expérimentales variés, on arrivera à isoler les

diverses variables qui interviennent dans les phénomènes associatifs. Autrement dit, la méthode éthologique doit se montrer précieuse pour l'étude analytique des actes psychiques.

C'est là la voie dans laquelle la psychologie comparée doit s'engager. Loin de condamner celle-ci, je suis de ceux qui ont le plus confiance en son avenir. C'est parce que je suis fortement convaincu qu'elle peut aspirer à prendre rang dans les sciences naturelles exactes que je voudrais la voir se dégager de tous les errements passés. C'est au moyen âge et à ses discussions scolastiques que j'en veux ; ce n'est pas seulement la psychologie, mais encore toute la science qui est opprimée par lui. Si je fais la guerre aux *mots*, c'est que j'ai foi dans les *faits*. Des faits ressortiront des lois, des idées nouvelles, dont la vérification conduira certainement à découvrir d'autres faits.

Dès l'instant que nous avons adopté un critère du psychisme, — la mémoire associative, — nous n'avons plus à discuter la légitimité de la psychologie comparée.

La question n'a été soulevée d'ailleurs qu'à la suite d'un certain nombre de malentendus.

Les plus graves touchent à la *conscience* : 1° on oublie que la conscience ne peut se révéler par aucun signe objectif, qu'elle est en dehors du domaine des investigations scientifiques ; 2° on confond la conscience avec la complexité de l'activité :

chez l'homme, tel acte simple peut être conscient, tel acte compliqué inconscient; suivant les circonstances, tel acte est inconscient ou conscient; 3° on considère la conscience comme « une force *sui generis* intervenant dans la chaîne des processus nerveux pour en modifier l'orientation ». Écoutons plutôt Rémy de Gourmont : « Sans la conscience, dit-il, tout se passerait peut-être, dans l'homme le plus réfléchi, exactement comme cela se passe sous l'œil paterne de la conscience. Selon la curieuse comparaison analogique de M. Ribot, la conscience, c'est la veilleuse interne qui éclaire un cadran; elle a sur la marche de l'intelligence la même influence, exactement, ni plus ni moins, que cette veilleuse sur la marche de l'horloge. Savoir si les animaux sont doués de conscience est assez difficile, et peut-être assez inutile. » L'opinion qui vient d'être exprimée est devenue une opinion presque courante, une opinion à la mode, dans le monde philosophique.

Le professeur Lukas, de Vienne, et Wasmann ont certainement eu tort de s'occuper du problème de la conscience chez les animaux. Dans un livre récent : *Psychologie der niedersten Tiere* (1905), Lukas cherche les critères du conscient, et il admet, à côté des signes structuraux et fonctionnels, un critère téléologique : la conscience doit avoir quelque utilité pour l'animal ; elle apparaît là où l'on a une raison de croire qu'elle est avantageuse ; ainsi, chez les animaux unicellulaires, où tout s'explique mécaniquement, la conscience

ne servirait à rien ; mais chez les anémones de mer, comme spontanément certains mouvements s'arrêtent, reprennent, la conscience apparaît avec le « désir » ; celui-ci précéderait les sensations, le sentiment... Ce raisonnement est bien faible. Pour Wasmann (*Instinkt und Intelligenz im Tierreich*, 3e éd., 1905), bien que les animaux possèdent la faculté d'apprendre, ils n'ont pas l'intelligence, la raison, qui ne se montre que chez l'homme où les formes d'acquisition sont plus variées ; mais, en revanche, ils peuvent être conscients, et, en cela, ne sont pas de simples machines : la conscience aurait son influence sur le fonctionnement des rouages. Je n'insiste pas sur les arguments de Wasmann, qui critique vivement Loeb, sans bien connaître son œuvre, sans l'avoir compris. Si j'ai signalé Lukas et Wasmann, c'est pour mettre en garde contre les deux livres de psychologie animale écrits par ces auteurs, et non au courant d'ailleurs des récents progrès de cette science.

Bien entendu, je ne parlerai pas ici de la conscience des animaux. Je ne la nie pas, mais je ne peux rien savoir à son égard. Je parlerai de psychisme, ce mot désignant la complexité de phénomènes que je parviens à analyser plus ou moins. Si je conserve certains termes du langage psychologique, comme celui de « sensations », c'est pour désigner, non les faits de conscience inaccessibles pour moi, mais les processus nerveux auxquels ils sont superposés.

Je rappellerai, en terminant, que l'on doit à Cla-

parède, de Genève, une éloquente protestation contre la négation de la psychologie comparée : *la Psychologie comparée est-elle légitime?* L'auteur sépare bien, dès le début, le problème de la conscience des autres problèmes du psychisme, et critique l'exagération mécaniste. Il cherche à montrer que la suppression de la psychologie comparée conduirait à celle de la psychologie humaine, et rendrait impossible toute comparaison de l'activité humaine avec l'activité animale. Il insiste sur la question du langage : le nouveau langage proposé, si obscur, ne serait qu'un grossier trompe-l'œil, que la traduction *en grec* du langage psychologique; celui-ci : 1° n'offre aucun danger; 2° est souvent indispensable; 3° est commode, même là où l'on peut s'en passer.

Je ne suis pas tout à fait de l'avis de Claparède : les mots peuvent offrir un danger quand ils servent à masquer la complexité des phénomènes auxquels souvent, par défaut d'analyse, on applique la même étiquette quand en réalité ils sont de natures variées. Mais employons les mots les plus simples, en cherchant à toujours voir derrière eux des faits positifs, des choses... N'en créons pas de nouveaux, ce serait embrouiller inutilement le problème.

Nous allons nous engager dans l'étude des faits.

LIVRE III

LA DYNAMIQUE DES PHÉNOMÈNES PSYCHIQUES

CHAPITRE XIII

Symétrie et tropismes.

§ 1. — SUR L'ÉQUILIBRE STATIQUE ET DYNAMIQUE DES ÊTRES VIVANTS.

J'ai déjà cherché à montrer que les grandes lois qui régissent les phénomènes de la vie trouvent leur application dans les discussions sur le psychisme ; aussi, au cours de ces exposés, je ferai constamment des incursions dans le domaine de la biologie. Je crois que l'on peut être conduit ainsi à des résultats vraiment scientifiques ; c'est précisément parce que beaucoup d'auteurs qui se sont occupés de la psychologie des animaux n'ont pas tenu compte de leur biologie qu'il y a tant de

mauvais travaux qui ne font qu'encombrer inutilement la littérature relative au sujet qui nous occupe.

Nous allons voir de suite que les tropismes peuvent prendre une signification biologique générale, si on cherche leur équivalent dans le domaine des formes.

Il y a quelques années, on a fondé à Vienne une station de biologie expérimentale d'où sont sortis des travaux du plus haut intérêt : Przibram en est le directeur, et c'est sur les publications les plus récentes de ce savant que je voudrais attirer un instant l'attention de mon lecteur. Il s'agit de l'*équilibre des formes animales*.

Si, par une amputation, on détruit la symétrie du corps d'un animal, on tend à détruire en même temps son équilibre ; mais, au bout d'un certain temps, la symétrie du corps est de nouveau rétablie, et cela par divers procédés. Chez un petit crustacé isopode, très commun dans les eaux douces, l'*Asellus aquaticus*, on coupe simultanément les deux antennes à des niveaux différents ; or, l'une croît plus vite que l'autre, et l'égalité est obtenue même avant la fin de la croissance de ces organes. On peut ne couper qu'un des deux organes symétriques : il repousse, mais en général avec une taille et une différenciation moindres, et bientôt l'organe symétrique tend à subir une atrophie qui se manifeste à la mue suivante. Ainsi chez un crabe, on coupe le doigt d'une pince, il repousse plus petit et sans dents ; dès que l'ani-

mal mue, le doigt correspondant de la pince opposée perd sa différenciation, et de dentelé qu'il était devient lisse. Chez la larve d'hydrophile, les mâchoires ont normalement deux dents; on en sectionne une : elle repousse sans dents, mais aussi la mâchoire opposée n'a plus après la mue qu'une seule dent.

Ces exemples, que je pourrais multiplier à volonté, montrent qu'il y a une corrélation remarquable entre la croissance d'un point du corps et celle du point symétrique. Tout concourt à la conservation de la symétrie des formes.

Eh bien, dans le tropisme aussi, il s'agit du maintien de l'équilibre, du maintien de la symétrie, bien entendu, non pas de la symétrie des formes, mais de la symétrie de l'excitation de l'un et l'autre côté du corps : deux points symétriques doivent recevoir l'excitation de la même façon. Nous dirons que la position d'équilibre de l'animal est celle pour laquelle les points symétriques du corps sont excités d'une manière identique par la lumière, par la gravitation, ou par toute autre force du milieu extérieur.

Dès que, pour une cause ou pour une autre, le corps dévie de cette position d'équilibre, il tend à y revenir pour ainsi dire automatiquement. Voici l'explication donnée par Loeb de ce phénomène. Soit A B un animal à symétrie bilatérale (fig. 8), un ver, par exemple, dont la tête A est dirigée vers la lumière, dont l'axe du corps est parallèle aux rayons lumineux, et soient *a* et *b* deux points

symétriques quelconques de la surface du corps. Ces deux points sont frappés de la même façon par les rayons lumineux, et reçoivent de leur part une égale excitation ; il n'y a aucune raison pour que la tension musculaire du corps soit plus grande d'un côté que de l'autre. Supposons qu'accidentellement l'animal prenne la position A'B : le point *b* reçoit alors plus de lumière que le point *a*, et la tension musculaire augmentera du côté de *b* en même temps qu'elle diminuera du côté de *a* ; il en résultera pour le corps une tendance à se courber du côté opposé à la courbure accidentelle, c'est-à-dire à se redresser. Si le corps dépasse la position d'équilibre, il tend à y revenir immédiatement par le même mécanisme ; ainsi on peut observer parfois des oscillations autour de la position d'équilibre, rappelant celles du pendule oscillant de chaque côté de la verticale.

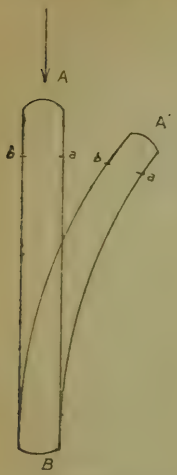

FIG. 8.

Mécanisme du phototropisme.— Dans la position AB, l'animal est dirigé parallèlement aux rayons solaires et les deux côtés du corps (*a* et *b*) sont également excités. Dans la position A'B, il n'en est plus de même ; la dissymétrie de l'excitation entraîne le redressement du corps.

Le caractère automatique des mouvements qui déterminent l'orientation de l'animal par rapport à

la lumière apparaît nettement, et on voit combien fausses étaient les affirmations des auteurs qui, observant un ver en train de se diriger vers la lumière, disaient que c'est parce qu'il aime la lumière.

Nous donnerons donc le nom de *tropismes* à des mouvements où la volonté et les sentiments de l'animal ne sont pour rien, à des mouvements auxquels souvent l'animal ne peut résister, ces mouvements automatiques et irrésistibles ayant pour effet d'orienter l'organisme suivant la direction de l'excitant, et assurant ainsi son équilibre. Quand il s'agit de réponses à la lumière, c'est du *phototropisme* , et ce phototropisme est positif ou négatif, suivant que l'animal se dirige vers la lumière ou du côté opposé; quand il s'agit de réponses à la gravitation, c'est du *géotropisme*; quand il s'agit de réponses à des excitations chimiques, c'est du *chimiotropisme*, etc., etc.

Les plantes, comme les animaux, présentent des tropismes, ce qui n'est pas étonnant, puisque, pour expliquer ces phénomènes, on ne fait intervenir que les propriétés générales de la matière vivante.

Une racine qui s'enfonce verticalement dans le sol a un géotropisme positif; chez une tige qui s'élève suivant la direction opposée, le géotropisme est négatif. Quand cette tige se courbe vers la lumière, elle présente un phototropisme positif. Ce sont là des exemples typiques de tropismes, devenus classiques. On observe bien des faits ana-

logues chez les animaux inférieurs, fixés et ramifiés souvent comme des plantes. Un des plus nets est fourni par un hydroïde, l'*Eudendrium* (fig. 9), qui a fait l'objet des études de Loeb. Une tige

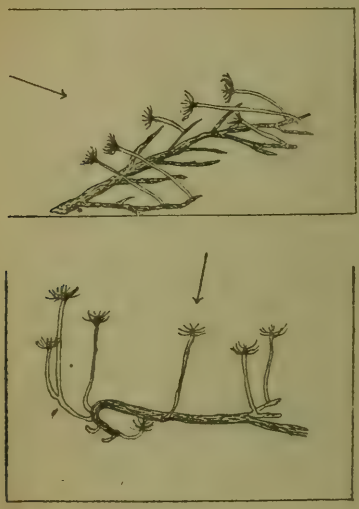

Fig. 9.

Eudendrium ou colonie ramifiée d'hydres marines. — Les têtes des rameaux s'orientent nettement vis-à-vis de la lumière (d'après Loeb).

d'eudendrium est placée dans un aquarium; après quelques jours, il se forme de nouveaux polypes : dès lors les rameaux qui les portent commencent à croître, la région d'accroissement étant située immédiatement au-dessous de chaque polype; si on soumet le tout à un éclairage latéral, la partie

des rameaux en voie de croissance se courbe vers la lumière, jusqu'à ce que les points symétriques du polype soient atteints sous un angle égal par les rayons lumineux; ensuite la croissance se poursuit en ligne droite, suivant la direction des rayons.

Ici la courbure résulte, comme chez les plantes, d'un processus de croissance; dans d'autres cas, elle résulte, sans qu'il soit possible d'en douter, d'un processus de contraction. La figure 10 représente les courbures géotropiques d'un polype. D'autre part, dans un aquarium enveloppé de noir et éclairé par une seule face, Loeb place plusieurs spirographes, annélides tubicoles, dont les tubes, flexibles, mais suffisamment rigides pour maintenir l'animal dans une position définie, présentent à l'une des extrémités le panache céphalique de l'animal. Les spirographes commencent par se fixer au moyen d'une sécrétion de l'extrémité aborale; immédiatement après la lumière commence à exercer son influence sur les filaments du panache et le tube se courbe du côté de la source lumineuse, exactement comme le ferait la tige d'une plante placée dans les mêmes

Fig. 10.

Géotropisme d'un cérianthe (d'après Loeb).— On donne successivement diverses inclinaisons à la grille. Comme l'animal qui passe à travers les mailles tend toujours à se redresser, il acquiert des courbures variées visibles dans la figure.

conditions. Quand on tourne l'aquarium de 180°, tous les tubes subissent une courbure correspondante, qui ramène ainsi les panaches céphaliques vers la lumière. De même les divers bras d'une étoile de mer peuvent s'orienter par rapport à la lumière, comme le montre la figure ci-jointe (fig. 11).

Fig. 11.

Étoile de mer ayant recourbé tous ses bras de manière à les amener à l'opposé de la lumière. Ici chaque bras s'oriente en quelque sorte pour son compte.

Loeb a montré que « le même héliotropisme positif, qui amène les tiges des végétaux ou animaux tels qu'eudendrium, spirographe, *à se courber* vers la source lumineuse quand ils sont éclairés latéralement, les OBLIGERAIT à *nager*, à *ramper*, à *voler* vers la lumière, s'ils se trouvaient soudainement être pourvus d'appareils de locomotion ».

Nous saisissons déjà quelques-unes des caractéristiques essentielles des tropismes : une fois que le mouvement est bien établi, *il y a constamment symétrie dans l'excitation des deux côtés du corps*, et le chemin suivi peut être tracé à l'avance en appliquant les simples considérations de la mécanique et de la physique.

Or, beaucoup d'auteurs ont discuté sur les tropismes, tout en méconnaissant ces caractéristiques

essentielles. Pour qu'il y ait tropisme, il ne suffit pas que les animaux se groupent autour de certains points, qui semblent se comporter comme des centres d'attraction, il faut encore qu'ils suivent pour s'y rendre certains chemins déterminés. Il a suffi de dénaturer la théorie pour que les exagérations et par suite les railleries deviennent faciles. Pour le prouver, je vais citer Claparède.

« Nul doute, dit-il, qu'un physiologiste de Sirius ou de Saturne, descendant sur notre planète pour y poursuivre ses études, n'arrive à réduire nos actions les plus humaines à de très vulgaires tropismes. C'est ainsi que ce nouveau Micromégas que nous supposerons, à la différence de celui de Voltaire, ignorer nos idiomes terrestres, remarquant les nombreux points d'attraction qui, sous forme de cabarets, attirent la foule des humains, créerait sans doute un éthylotropisme qui serait un des plus généraux, après l'héliotropisme bien entendu. Il décrirait aussi un héliotropisme négatif chez les boulangers, les actrices; un nosotropisme pour les médecins, et un nécrotropisme pour les croque-morts; un phytotropisme pour les jardiniers, un géotropisme pour les laboureurs. » Et Claparède ajoute : « Il n'aurait pas complètement tort, bien qu'il y aurait erreur, sans doute, à prendre nos actions humaines, qui sont le produit d'un mécanisme très compliqué, pour des réactions toutes simples à des excitations simples, et à revêtir le tout de quelques mots bien sonnants... »

Il est regrettable que M. Claparède ait employé

un procédé de discussion aussi facile que celui de la raillerie. Et c'est bien dommage que son voyageur venu de Sirius ignorait les idiomes terrestres, car autrement on l'aurait engagé à lire l'ouvrage de Loeb : *la Dynamique des phénomènes de la vie*, et alors il n'aurait parlé ni de l' « éthylotropisme » des alcooliques, ni surtout du « phototropisme » négatif des actrices, car ce qui caractérise les tropismes c'est la direction invariable du mouvement imposée par une force extérieure.

Dans les tropismes, l'animal suit en quelque sorte fatalement la voie que l'on peut déduire à l'avance, et, quand il y a plusieurs forces en jeu, on peut définir rigoureusement la part qui revient à chacune des forces déterminantes ; il y a une *précision mathématique*, une *certitude en quelque sorte astronomique* : l'animal n'est pas plus maître de sortir du chemin qui lui est imposé par les forces du milieu extérieur qu'un astre qui gravite autour du soleil. Or, dans les faits et gestes des humains, ce caractère n'apparaît pas.

A la place de Claparède, j'aurai préféré comparer les actrices à des papillons, ces animaux qui sont en une agitation continuelle, et dont Loeb a dit : « On dirait qu'à leur intérieur ont lieu, sans règle apparente, des processus qui provoquent des mouvements ou *changent la direction des mouvements* ; il se peut qu'une analyse ultérieure de ces faits montre qu'ils sont dus, en partie, à l'action de certaines circonstances extérieures, mais il

se peut aussi qu'il s'agisse, au moins en partie, de processus purement internes. »

En présence des multiples acceptions qu'a pris le mot *tropisme* dans les cerveaux de ceux qui n'ont jamais cherché à vérifier par l'observation et l'expérimentation ce qu'a vu et constaté Loeb, il est absolument indispensable d'adopter un critère des tropismes.

On a vu dans certains actes de l'homme des tropismes ; eh bien ! on a eu tort. La nuit, je me trouve perdu dans une forêt ; tout à coup j'aperçois une lumière, et alors, inconsciemment même, en quelque sorte automatiquement, je me dirige vers elle. Ce n'est pas du phototropisme. En effet, si j'avais aperçu en même temps deux lumières différentes, l'une à droite, l'autre à gauche, je me serais dirigé, souvent après hésitation, vers l'une ou vers l'autre. Or, un animal *phototropique*, dans les mêmes conditions, ne se dirigerait ni vers l'une, ni vers l'autre, mais entre les deux, de manière à ce que l'action combinée des deux lumières produise un éclairement égal des deux côtés du corps. Il y a là un moyen de distinguer le phototropisme de la vision.

§ 2. — INTERVENTION DES ORGANES DES SENS ET DU SYSTÈME NERVEUX DANS LES TROPISMES.

Au sujet de cette intervention, on a encore fait fausse route. Je ferai remarquer que Loeb n'a jamais dit que le système nerveux n'intervient pas

dans les tropismes ; il a dit seulement que cette intervention n'était pas nécessaire. On saisit tout de suite la différence; il est fort possible que le système nerveux et les organes des sens prêtent leur concours et facilitent les processus dont les tropismes sont la conséquence.

Nous disons donc que, dans le phototropisme, les yeux ne sont pas indispensables. Les réactions héliotropiques supposent la présence dans les tissus de substances photo-sensibles (pigments ou matières colorantes). « Ces substances, dit Loeb, peuvent exister sans qu'il existe des *yeux*, comme le démontrent les réactions des plantes et de l'eudendrium. S'il est vrai que des yeux ne peuvent fonctionner sans contenir des substances photo-sensibles, il n'est pas vrai que, partout où il y a de telles substances, il doive y avoir des yeux. » Dans un œil, il y a à la fois des substances photo-sensibles et des milieux transparents qui ont la propriété de faire converger tous les rayons issus d'un point lumineux de l'espace en un point de la surface photo-sensible de l'animal. Les substances photo-sensibles sont beaucoup plus répandues chez les êtres vivants que les yeux. Loeb ajoute : « Quant à vouloir trouver des « yeux » partout où la lumière agit sur certains organes, il n'y a là qu'une question de mots, portant sur la notion de l' « œil »; mais ces sortes de discussions verbales ne sauraient nous assurer une prise plus étendue sur les phénomènes en question, ni une connaissance plus approfondie de leur mécanisme physico-chimique. »

Loeb remarque que l'influence de la lumière s'exerce plus fortement sur la région orale que sur le reste du corps.

J'ai insisté à maintes reprises dans mes travaux personnels sur l'importance de la réception de la lumière par les yeux, mais ceci n'est pas en désaccord avec la théorie de Loeb. De même que la région céphalique est en quelque sorte plus sensible que le reste du corps, de même, dans la région céphalique, les yeux sont deux points symétriques plus sensibles que les autres. Rädl, dans un important livre sur le phototropisme des animaux, avait aussi entrevu l'importance des réceptions oculaires.

Rädl et moi-même, nous avons été frappés par des expériences fort curieuses, dont Loeb avait été d'ailleurs l'initiateur. Chez un crustacé, chez un insecte, en excitant ou en noircissant un des deux yeux, on obtient fréquemment un mouvement de manège, se faisant, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Le mouvement a un caractère obligé, forcé, tout comme un tropisme. Nuel donne, d'après Rädl, l'explication suivante : « Chez les arthropodes, les organes photo-récepteurs d'un côté exerceraient sur les muscles du même côté une action tonique, contre-balancée par l'action analogue de l'autre côté. L'une d'elles étant supprimée, l'autre devient prédominante. » On voit que c'est là en somme une explication calquée sur celle que Loeb donne des tropismes.

Axenfeld a fait beaucoup d'expériences sur les

insectes. Avant lui, Binet avait reconnu que certaines altérations unilatérales ou certaines excitations asymétriques des téguments, des appendices, des organes des sens suffisent chez les insectes pour produire des mouvements de manège, et il avait émis l'hypothèse que « la cause primitive du mouvement de manège consiste dans une excitation inégale des deux côtés du corps ». Binet avait vu juste. Mais il semble que bien longtemps avant Binet et avant Loeb, on ait observé ces mouvements de manège. Du moins c'est ce que j'en conclus de la lecture du *Puits de Sainte-Claire*. Anatole France, qui est à la fois un admirable écrivain et un penseur, y a mis par écrit certains contes italiens, en particulier celui du « joyeux Buffalmacco ». Le voici en résumé :

Andrea Tafi, peintre et mosaïste, peignait à la fresque, avec des couleurs broyées dans la manière des Grecs ; il ne prenait jamais de repos et n'en donnait jamais à ses apprentis ; pour que ses couleurs, ses pâtes de verre et ses enduits fussent préparés dès la pointe du jour, il se levait au milieu de la nuit pour réveiller ces jeunes garçons ; or, rien n'était plus pénible à ceux-ci ; aussi l'un d'eux, Buffalmacco, imagina une farce susceptible d'effrayer son maître. Il recueillit dans une cave deux douzaines de blattes et les mit dans un sac ; la nuit, un peu avant le réveil du Tafi, il sortit les blattes une à une et leur attacha sur le dos, au moyen d'une aiguille courte et fine, une petite chandelle de cire. Les insectes, lâchés dans la

chambre, *se mirent à décrire des cercles.* « Buffalmacco, de son lit où il s'était jeté, les regardait faire et s'applaudissait de son artifice. Et vraiment rien n'était plus merveilleux comme ces feux imitant en petit l'harmonie des sphères, telle qu'elle est représentée par Aristote et ses commentateurs. On ne voyait point les blattes, mais seulement les lumières qu'elles portaient, et qui semblaient des lumières vivantes. Au moment où ces lumières formaient dans l'obscurité de la chambre plus de cycles et d'épicycles que Ptolémée et les Arabes n'en observèrent jamais en suivant la marche des planètes, la voix du Tafi s'éleva, aigrie par la pituite et par la colère. » Le Tafi poussa rudement la porte de la chambre, mais voyant des feux qui couraient tout le long du plancher, il se mit à trembler de tous ses membres. « Ce sont des diables et de malins esprits, pensa-t-il. Ils cheminent *avec quelque idée de la mathématique*, en quoi il m'apparaît que leur puissance est grande... », et il descendit l'escalier de toute la vitesse de ses vieilles jambes.

Ces faits sont des plus curieux. Anatole France, pour les expliquer, invoque « l'instinct qui pousse les insectes à tourner en rond, pour s'échapper à tout danger inconnu ». Bien entendu, nous n'adopterons pas cette explication ; nous n'attribuerons pas non plus l'*idée de la mathématique* à ces animaux. Nous verrons simplement dans ces mouvements de manège l'effet de l'inégale excitation des deux côtés du corps.

Par l'amputation ou le noircissement d'un œil, j'ai obtenu des mouvements de manège chez de nombreux animaux, et même chez des vers annelés marins. Il suffit souvent de brûler un des points oculiformes céphaliques pour que le corps, qui est très long, s'enroule en cercle. On se rend compte par cet exemple de l'importance des réceptions oculaires, même là où l'œil est encore peu différencié.

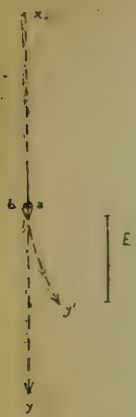

Fig. 12.

Attraction d'un animal par un écran noir E. — L'animal est représenté par la flèche, et se déplace suivant la direction $x\,y$, tant qu'il n'est pas arrivé au niveau de l'écran et que ses deux yeux a et b, sont également éclairés. A partir d'un certain moment, l'écran détruit la symétrie de l'éclairement, par suite le corps s'incurve et le chemin suivi également.

C'est par un inégal éclairement des deux yeux que j'explique un cas particulier du phototropisme, assez fréquent : celui où un animal est attiré par un écran noir. Une littorine, par exemple, est entraînée suivant la direction $x\ y$ (fig. 12); elle vient à passer dans le voisinage d'un écran noir E, l'œil a se trouve moins éclairé que l'œil b; le corps se courbe en arc, suivant le mécanisme déjà décrit, la concavité étant tournée vers E, et, par suite, la trajectoire s'incurve suivant $x'\,y'$.

L'attraction par l'écran noir nous apparaît comme

un cas particulier des mouvements de manège. Et c'est pour cela que j'ai insisté, à juste raison, je crois, sur la parenté des mouvements phototropiques et des mouvements de manège.

Dans la possibilité de produire un mouvement de manège par la destruction unilatérale d'un organe des sens, on peut voir un nouveau critère des tropismes applicable dans certaines circonstances; le sens de la rotation est, d'ailleurs, en rapport avec le signe du tropisme. La position d'équilibre étant celle pour laquelle les deux côtés du corps reçoivent une égale excitation, après destruction unilatérale d'une surface réceptrice, cette position ne peut plus être atteinte, et l'animal tourne constamment.

Ce nouveau critère peut être appliqué au chimiotropisme. Bien curieuses, à cet égard, sont les observations toutes récentes de Barrows sur les réactions de la *Drosophila ampelophila*. Ces insectes diptères, aussi bien que leurs larves, se nourrissent de fruits en voie de fermentation, et ils trouvent leur nourriture avec la plus grande facilité, même à l'obscurité. Ceci a suggéré à l'auteur de rechercher les réactions des drosophiles vis-à-vis des substances odorantes. Il a constaté un chimiotropisme positif pour les alcools éthylique et amylique, l'acide lactique, l'acide acétique, l'éther acétique; en mélangeant l'éther et l'acide acétique à l'alcool éthylique, on renforce beaucoup l'attraction. Il est intéressant de remarquer que toutes ces substances se trouvent dans les fruits

fermentés, et que, quand les proportions du mélange sont les mêmes que dans les fruits, il y a précisément attraction maxima. Quand l'insecte n'est pas très loin du flacon qui contient les substances odorantes, il vole droit vers lui. C'est le segment terminal de l'antenne qui paraît être le siège de la réception chimique; en effet, quand on ampute ce segment d'un côté seulement, l'animal exécute des mouvements de manège. Le mécanisme serait donc fondamentalement le même que dans le cas du phototropisme : l'orientation se ferait à la suite de l'excitation inégale des deux antennes, et, par suite, des muscles des deux côtés du corps.

Des observations fort curieuses faites dernièrement sur le *Bombyx mori* sont à rapprocher de celles-ci. C'est un fait banal que l'odeur de la femelle exerce une attraction marquée sur les mâles. Quand le papillon vient de sortir du cocon, il ne prend pas de nourriture, il ne vole pas, il ne réagit pas à la lumière; toute son activité est limitée à l'accouplement; c'est l'odeur de la femelle qui attire le mâle, car, quand celui-ci a les yeux noircis, il la trouve aussi facilement que dans les conditions normales. Or, V. L. Kellogg, à qui l'on doit ces observations, a fait l'expérience suivante : il sectionne l'antenne droite du mâle; celui-ci se met à décrire des cercles de plus en plus étroits en sens inverse des aiguilles d'une montre et vient ainsi au contact de la femelle.

§ 3. — PRÉTENDU APPRENTISSAGE DES TROPISMES.

Pour bien comprendre le mécanisme des tropismes, revenons, pour quelques instants, à la comparaison de l'organisme avec une machine. Supposons celle-ci formée de deux parties, droite et gauche, identiques, mais *complètement indépendantes.*

Remplaçons les deux chaudières, droite et gauche, par deux surfaces réceptrices de l'énergie solaire, surfaces disposées symétriquement, d'un côté et de l'autre; cette énergie est transformée en électricité qui va actionner le mouvement des roues. Tant que la machine sera disposée obliquement par rapport aux rayons du soleil, l'un des côtés recevra plus d'énergie que l'autre, et, par suite, fonctionnera avec plus d'activité : il en résultera un mouvement tournant. Mais dès que la machine aura pris la direction même des rayons, ce mouvement cessera, tout devenant symétrique dans le fonctionnement de la machine. C'est cela même qui se passe dans un tropisme. Que la machine animale soit simple ou compliquée, pourvu qu'elle soit formée de deux parties sensiblement symétriques, il y a tropisme. Naturellement, il faut qu'il y ait des surfaces réceptrices de l'énergie du milieu extérieur et conduction de ces surfaces aux parties motrices; chez les animaux relativement élevés en organisation, la réception se fait par les organes des sens et la conduction jusqu'aux muscles par

le système nerveux; mais chez les animaux plus simples, toute cette différenciation organique ne se montre pas nécessaire.

Plus les surfaces réceptrices sont parfaites (étendue plus grande, pouvoir récepteur de l'unité de surface plus grand), et plus les transmissions se font bien, plus la dissymétrie fonctionnelle, de la machine ou de l'animal, est prononcée, et plus, par conséquent, l'orientation est atteinte rapidement. Dans le cas de l'animal, les réceptions et transmissions se font d'une façon variable, et il en résulte, — fait qu'on oublie trop souvent et sur lequel on n'a pas suffisamment insisté, — que les tropismes varient d'intensité, peuvent s'annuler, et même changer de signe. De même les tropismes diminuent d'intensité avec l'éloignement de la source d'énergie.

Les tropismes sont les résultantes de dissymétries fonctionnelles; ils sont *surajoutés* en quelque sorte à une activité parfois déjà complexe; ils *varient d'intensité*, et par instants s'évanouissent pour réapparaître; à certaines heures, ils peuvent avoir une intensité telle qu'ils assujettissent l'animal, mais bientôt ils s'affaiblissent, et celui-ci peut s'affranchir plus ou moins : toute une activité, en partie purement interne, non soupçonnée auparavant, apparaît. On dit souvent que les tropismes sont des mouvements *irrésistibles*, mais ceci ne s'applique naturellement qu'aux cas où les tropismes ont une intensité suffisante pour assujettir l'animal, annihiler ses autres manifestations motrices.

La variabilité des tropismes est liée à l'état des surfaces réceptrices et à celui de la matière vivante. Dans le chapitre suivant, des preuves surabondantes seront données de ce fait.

Mais si les tropismes varient dans les conditions indiquées, ils n'exigent aucun apprentissage. *Les tropismes n'ont pas besoin d'être appris;* ils sont la conséquence de la disposition bilatérale des diverses pièces de la machine animale.

Comme Loeb l'a bien montré, des crustacés retirés des fonds vaseux, où ils n'avaient jamais vu le jour, ont présenté immédiatement un phototropisme. Beaucoup d'êtres s'orientent par rapport au courant électrique, offrent un galvanotropisme; or, ces êtres n'ont eu aucune occasion d'effectuer un apprentissage dans la nature.

Cependant certains auteurs ont admis la possibilité de l'adaptation des tropismes à des conditions nouvelles.

Nous allons discuter un cas très remarquable, où il paraît en être ainsi, et où la théorie des tropismes semble en défaut; nous verrons que ce n'est qu'une illusion. Ce cas m'est fourni par des observations du plus haut intérêt faites par Anna Drzewina.

Parmi les crabes de nos côtes, les plus communs sont les *Carcinus mænas*, dits crabes verts ou crabes enragés; l'hiver, ils se terrent à une certaine profondeur; au printemps, ils quittent leurs trous pour se répandre à tous les niveaux, et s'adapter à diverses conditions d'existence : ils

cherchent abri sous les pierres du bord de l'eau, dans les fentes et anfractuosités des rochers, dans les touffes d'algues, dans le sable, dans la vase...

Anna Drzewina a reconnu que ceux qui vivent sous les pierres du bord de l'eau présentent une sorte de tropisme très net vis-à-vis de l'humidité qui se dégage de la mer, une sorte d' « *hydrotropisme* ». Un de ces crabes placés sur le sol à 50, 100, 200 mètres du rivage, tend constamment à se diriger en droite ligne vers la mer, malgré les divers obstacles qu'il peut rencontrer; la pente, l'ombre, le vent n'ont que des influences perturbatrices insignifiantes; mais après la pluie, comme il se dégage de la vapeur d'eau aussi bien de la terre que de la mer, ledit tropisme cesse de se manifester. Il est particulièrement marqué chez les individus qui vivent en un point du littoral, où la mer se retire beaucoup et où la dessiccation peut être très intense. Tel est le cas de la petite île de Tatihou dans la baie de la Hougue (Manche); à mer basse, elle est rattachée au continent par une bande de terre, R (fig. 13). Or, un crabe placé à la pointe qui regarde cette bande se dirige vers elle, et non vers l'eau ; en réalité, il est attiré d'un côté et de l'autre par la mer dans la direction des flèches *oa* et *ob*, et par suite il suit une direction intermédiaire *oc*. Dans ce cas particulier et accidentellement la réponse cesse d'être adaptée.

Dans d'autres habitats, les crabes ne se comportent pas de même. Ceux qui vivent sous les pierres à des niveaux plus inférieurs, ne décou-

vrant guère à basse mer, et qui par conséquent n'ont à craindre aucune dessiccation, ne présentent que peu ou même pas du tout ledit hydrotropisme. Dans la baie de la Hougue, le danger pour le crabe peut être la dessiccation ; ailleurs le danger pourra être d'être entraîné par les vagues. A la pointe de Gatteville, au pied du phare, les rochers s'avancent loin dans la mer, sont couverts d'algues et battus par les flots. Bien des crabes restent accrochés à ces algues; dès qu'on les en écarte, ils y reviennent. Placés sur le sable d'une plage, au lieu de gagner la mer, ils se dirigent vers les rochers couverts de fucus, ou vers de vastes surfaces de même couleur, comme s'ils les voyaient.

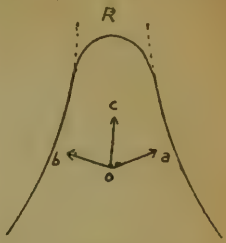

Fig. 13.

Marche d'un crabe placé près de l'extrémité d'une pointe de sable, entre deux nappes d'eau. — Le crustacé est attiré par celles-ci, à la fois suivant *o a* et suivant *o b*; il est par suite entraîné suivant *o c*, non vers l'eau, mais vers une bande de terre R émergée. On a rattaché ces phénomènes à de l' « hydrotropisme », ou attraction irrésistible par l'eau.

Mais, dira-t-on, si le tropisme est quelque chose d'inné, l'hydrotropisme devrait se manifester dans toutes les circonstances. La question serait de savoir si dans le cas mentionné il y a bien « hydrotropisme ». Or, on peut remarquer que : 1° le crabe marche latéralement, et, à aucun instant dans le déplacement, les deux côtés du corps ne reçoivent une égale excitation de la part de l'excitant consi-

déré ; 2° on ne détermine aucun mouvement de manège en sectionnant une antenne ou autre organe possible de réception. Ainsi les caractéristiques essentielles des tropismes ne s'appliquent pas. Anna Drzewina nous a fait donc connaître un mode d'activité différent des tropismes, bien qu'offrant certaines ressemblances avec ceux-ci, et sur lequel l'attention n'avait pas encore été attirée. Ces faits nouveaux sont susceptibles de jouer un grand rôle dans les discussions sur la psychologie des animaux inférieurs.

Mais, supposons pour un instant qu'il se soit agi véritablement d'un tropisme. Le fait que celui-ci ne se manifesterait pas dans toutes les circonstances ne prouverait pas contre la théorie des tropismes. En effet : 1° ceux-ci dépendent de l'état de la matière vivante, qui n'est pas le même dans les divers habitats, aux divers niveaux ; 2° si les tropismes n'ont rien de psychique, s'ils ne résultent pas de phénomènes associatifs, ils peuvent exister concurremment avec d'autres modes d'activités. Or, de deux choses l'une : ou bien le tropisme inné se trouve adapté aux conditions les plus habituelles de vie de l'animal, ou bien il ne s'y trouve pas adapté ; dans le premier cas, des activités surajoutées n'ont aucun intérêt pour l'animal, et le tropisme reste au premier plan ; dans le second cas, au contraire, il est de toute nécessité que des activités se surajoutent au tropisme, qui se trouve ainsi annihilé et passe au second plan.

Le tropisme inné reste toujours ce qu'il était, la sélection n'ayant pas prise sur lui ; mais celle-ci s'exerce sur l'ensemble des autres activités, qui ainsi, dans certains cas, peuvent devenir prédominantes.

Cela a été la grande faute de Jennings d'avoir méconnu les activités surajoutées aux tropismes ; pour lui, les tropismes seraient le résultat d'un apprentissage, de longues suites d'*essais* ; or, je montrerai dans ce livre que les prétendus essais de Jennings ne sont que le résultat de la superposition aux tropismes des phénomènes de sensibilité différentielle, des manifestations des rythmes vitaux... Je vais aborder précisément l'étude de ces notions, plutôt nouvelles dans la psychologie comparée.

Mais avant d'aller plus loin, je tiens à rappeler les caractères essentiels des tropismes, qui ressortent de l'étude même que je viens de faire : 1° dans le tropisme, l'animal tourne automatiquement jusqu'à ce que les deux côtés du corps reçoivent une égale excitation de la part de la force considérée ; et à partir de ce moment le chemin suivi est tel qu'à chaque instant la symétrie d'excitation est conservée ; 2° après suppression unilatérale des principales surfaces réceptrices, le tropisme est remplacé par un mouvement rotatoire également automatique ; 3° le tropisme présente des variations d'intensité qui sont liées aux variations de l'état de la matière vivante, et qui par conséquent n'ont rien de psychique ; il peut

s'annuler, changer de signe; 4° chez les animaux qui présentent un plan de symétrie fonctionnelle, le tropisme est inné en quelque sorte, ne s'apprend pas; il n'est pas forcément adapté aux conditions extérieures; 5° dans ce dernier cas, il ne peut assurer la conservation de la vie de l'animal, et par suite d'autres modes d'activité doivent forcément s'associer à lui ou même prendre prédominance sur lui.

Dans la lutte entre les partisans de la vieille psychologie et ceux qui ont voulu la conquérir à la science, les combats les plus vifs ont été livrés autour des tropismes. Cela se comprend aisément Loeb ayant frappé un grand coup, en substituant à des fantômes imaginaires une réalité, on a voulu contester celle-ci, en altérant, sciemment ou non, la nouvelle notion. J'ai cherché ici à dissiper les malentendus.

CHAPITRE XIV

États chimiques et rythmes vitaux.

---

§ 1. — DU ROLE DE L'EAU DANS LES PHÉNOMÈNES BIOLOGIQUES.

Malgré la complexité des phénomènes biologiques, on est ramené souvent en faisant leur étude à des considérations assez simples, relatives, soit à des questions de chimie, soit à des questions de forme et de connexions. Dans le chapitre qui précède, j'ai cherché à montrer toute l'importance de la *loi de symétrie* chez les êtres vivants, qui régit les tropismes ; je voudrais faire voir maintenant toute l'importance du rôle de l'eau dans les phénomènes biologiques.

La vie ne peut pas se concevoir sans eau. En milieu absolument sec, tout être vivant meurt. A la surface de la planète Mars, où, d'après les recherches les plus récentes des astronomes, le manque d'eau est notoire, on n'admet plus guère la présence d'êtres vivants. La matière vivante

contient une notable proportion d'eau : 70 pour cent en moyenne, 98 pour cent chez les animaux transparents qui flottent dans l'eau de la mer ; mais cette teneur en eau varie, et, en même temps, les propriétés de la matière vivante, dont l'activité s'accélère ou se ralentit. L'une des causes les plus fréquentes de la variabilité des réactions des êtres vivants, variabilité que l'on considère souvent comme un des critères les plus sûrs du psychisme, résiderait précisément dans ces variations de la teneur en eau. D'ailleurs, elle interviendrait déjà dans le domaine de la chimie pure ; qu'il me suffise de citer un fait connu de tous : les propriétés si différentes de l'acide azotique monohydraté et de l'acide quadrihydraté.

Mais revenons à la matière vivante. L'analyse de sa structure physique et celle de sa structure chimique concourent à montrer le rôle capital joué par l'eau dans sa constitution et ses mécanismes, rôle qui ressort nettement, d'ailleurs, des belles expériences de Loeb et des ingénieuses observations de Giard.

La structure physique a été révélée par l'ultramicroscope. C'est un microscope ordinaire dans lequel on ne recherche pas un grossissement très considérable, mais où on utilise un éclairage latéral qui, en illuminant les particules solides infiniment petites sur un fond qui reste noir, les rend plus facilement visibles. Avec cet instrument, la matière vivante apparaît comme une multitude de particules excessivement fines ou granules ré-

fléchissant la lumière et en suspension dans un liquide. Tous ces granules porteraient des charges d'électricité et se repousseraient les uns les autres; mais entre eux s'exerceraient aussi des attractions qui sont *influencées par la quantité d'eau interposée.* Par ces caractères, la matière vivante rentrerait dans la catégorie des substances dites *colloïdales*, définies par une extrême division d'une matière solide au sein d'un liquide, et dont les exemples classiques sont, outre la matière vivante, l'eau de savon, une dissolution de gélatine... Une solution de sel ou de sucre a, au contraire, un aspect homogène.

Parmi les colloïdes, la matière vivante se distingue par une structure chimique excessivement complexe, où l'eau joue également un rôle capital. Tous les petits granules sont constitués par des substances dites *albuminoïdes* ou *protéiques*, c'est-à-dire d'une diversité et d'une « mobilité chimique » remarquables. Chaque molécule chimique se présente à nous comme un édifice excessivement complexe : un peu plus d'eau, un peu moins d'eau et voilà des constructions ou des démolitions nouvelles.

Les propriétés de la matière vivante dépendent de la quantité d'eau qui entre dans la constitution, physique et chimique, de cette matière.

Voyons donc les procédés qui peuvent entraîner une variation de cette quantité d'eau. Ils sont assez nombreux. Le plus simple est l'exposition à l'air sec, ou dessiccation physique. Mais

on peut également faire agir, même au sein de l'eau, divers agents physiques ou chimiques, dits déshydratants, tels que la lumière, des sels, l'acide carbonique, l'alcool, le sucre... Ainsi, il suffit de plonger une masse de matière vivante dans une solution saline suffisamment concentrée pour que celle-ci lui soustrait une certaine quantité d'eau; l'eau de Seltz (acide carbonique), l'eau alcoolisée, l'eau sucrée... agissent de la même façon.

Les phénomènes qui sont produits par une déshydratation de la matière vivante, ou par la réhydratation qui suit celle-ci, sont très nombreux en biologie.

J'en citerai ici seulement quelques-uns : 1° le ralentissement de l'activité animale, qui conduit à un état de « vie latente », d' « anhydrobiose », comme on dit souvent ; 2° la parthénogenèse artificielle ; 3° la stimulation de la croissance des plantes, le forçage des fleurs, etc.; 4° le changement de signes des tropismes.

1° *Vie ralentie.* — Giard a insisté à maintes reprises sur le mécanisme du ralentissement vital.

Dès 1894, l'éminent biologiste s'exprimait ainsi : « La déshydratation progressive diminue tous les phénomènes vitaux ; elle peut aboutir à un état d'*anhydrobiose* ou vie latente par dessèchement, dont le sommeil estival de nombreux animaux n'est qu'une variété remarquable. L'hydratation, jointe

souvent à d'autres conditions ambiantes, fait cesser cet état de torpeur, qui, dans certains cas (sauf quand la déshydratation a été brusque), peut être suivie d'une période réactionnelle, pendant laquelle on observe l'augmentation des échanges. »

Giard trouva des exemples très frappants chez les mollusques terrestres. « Beaucoup d'entre eux (*Helix*, *Bulimus*, *Achatinella*, etc.), dit-il, peuvent être par déshydratation progressive amenés à un état d'anhydrobiose, qu'on a vu se prolonger jusqu'à cinq ou sept ans. Même des espèces vivant dans des endroits très humides, telles que *Succinea putris* L., ont pu être desséchées pendant cinq mois. Il y a plus : des mollusques absolument aquatiques (*Ampullaria globosa* Swains, *Vivipara bengalensis* LK, etc.), ont pu être envoyés à sec de Cochinchine et de Siam en France, et reprendre leur vitalité dès qu'on les plaçait dans l'eau. Des ampullaires ont même pu être gardées pendant plus de six mois à l'état d'anhydrobiose. »

« Peut-être, ajoute Giard, n'a-t-on pas assez tenu compte du rôle que joue la déshydratation dans le sommeil hivernal de beaucoup d'animaux de notre région. Pour certains mollusques (*Helix aspersa*, *H. pomatia*) cette influence est manifeste. Il n'est pas rare de voir les animaux se réveiller et ramper sur la neige non fondue lorsqu'une forte pluie d'hiver leur fournit l'eau dont ils manquent.»

Les exemples les plus populaires de vie latente sont ceux des tardigrades et des rotateurs.

2° *Parthénogenèse artificielle.* — C'est le développement à partir d'œufs vierges. Je tiens à dire immédiatement, pour éviter les malentendus, que l'explication qui invoque des variations de la teneur en eau de l'œuf n'est pas une explication exclusive; ce serait dénaturer la pensée de Loeb que de lui attribuer une autre opinion; ce n'est d'ailleurs pas le lieu ici d'examiner les diverses théories de la parthénogenèse artificielle. Je citerai seulement quelques cas où l'intervention de la dessiccation est évidente. Le plus frappant est celui signalé par Giard : il s'agit d'un simple dessèchement physique. Des glandes femelles ont été extraites d'une étoile de mer (*Asterias rubens*), placées sur des feuilles de papier buvard et retournées plusieurs fois jusqu'à ce qu'elles ne laissent plus trace d'humidité; or, les œufs ainsi desséchés et replacés ensuite dans l'eau de mer se sont segmentés sans fécondation préalable, et ont offert une proportion assez élevée de développements parthénogenétiques (15 pour 100); les œufs témoins restaient stériles; toutefois, la segmentation s'opérait avec une lenteur extraordinaire et donnait souvent lieu à des formes anormales. On sait, de plus, que l'acide carbonique, qui, d'après les recherches du botaniste Lopriore (1898), se comporte comme un déshydratant, est un des facteurs de choix de la parthénogenèse artificielle. Enfin, c'est surtout le changement de pression osmotique qu'il faut faire intervenir pour expliquer la parthénogenèse artificielle consécu-

tive à l'emploi de solutions salines plus ou moins concentrées.

3° *Stimulation de la croissance des plantes.* — Ce n'est là qu'un cas particulier; d'une façon générale, les variations de la teneur en eau de la matière vivante provoquent une multiplication active des cellules, des cellules reproductrices et des cellules du corps (cellules somatiques), même chez les organismes adultes. On doit à un botaniste de Reims, Laurent, des travaux très remarquables dans ce sens. Ainsi, en cultivant des plantes dans des solutions concentrées de diverses substances (glucose, glycérine, chlorure de sodium), on détermine un cloisonnement très intense du péricycle et par suite une augmentation considérable du diamètre de la racine. De même, on provoque le *forçage* de certaines fleurs, lilas par exemple, par la chaleur ou l'éthérification : dans l'un et l'autre procédés, le desséchement intervient. Il y a quelques années, Jolly a signalé un cas de forçage accidentel : à l'automne, un incendie s'était déclaré près d'un verger planté de pommiers; bientôt après les arbres les plus proches se mirent à fleurir, ayant subi l'action desséchante du feu. D'autres faits, d'un grand intérêt, ont été mis en évidence par Molliard, de la Sorbonne. On sait qu'en milieu sec les plantes à piquants en développent davantage; Molliard a eu l'ingénieuse idée de faire pousser des houx, à partir de la graine, sur des milieux sucrés ; à mesure

que la quantité de glucose augmente, la formation des piquants est plus accentuée. Le sucre agit ici en tant que déshydratant; la sécheresse ou une lumière intense produirait le même effet.

4° *Changement de signe des tropismes.* — Si les variations de la teneur en eau de la matière vivante retentissent sur les mouvements de mitose, c'est-à-dire sur les mouvements des particules constitutives du noyau au moment de la division cellulaire (parthénogenèse et multiplication cellulaire chez les plantes), elles retentissent également sur les mouvements musculaires, et elles peuvent entraîner en particulier le changement de signe des tropismes.

Suivant la teneur en eau de la matière vivante, la lumière exerce sur elle, soit une action excitante, soit une action contraire, c'est-à-dire inhibitrice. Or, le mécanisme du phototropisme veut que celui-ci soit dans le premier cas négatif et dans le second cas positif.

Il est très remarquable que tous les facteurs de la parthénogenèse artificielle peuvent être des agents modificateurs des tropismes; j'ai eu l'occasion de le montrer, en 1905, à l'Académie des Sciences de Paris. Mes expériences ont été réalisées sur le littoral marin; on sait que la mer n'atteint les niveaux les plus élevés que pendant quelques jours de chaque quinzaine; c'est alors la *vive eau*; dans l'intervalle de deux vives eaux, ou *morte eau*, les rochers les plus élevés supra-litto-

raux se dessèchent, les estuaires se dessalent, les mares supra-littorales se chargent d'acide carbonique, et les tissus des animaux perdent ou gagnent de l'eau suivant les circonstances, en sorte que le phototropisme change de signe de la vive eau à la morte eau.

Sur les rochers supra-littoraux se trouvent de petits mollusques, les littorines (*Littorina rudis*); en morte eau, par suite d'une dessiccation physique très intense, le phototropisme est négatif; avec le retour de l'eau, il devient positif.

Les vers annelés (*Hediste diversicolor*) des estuaires saumâtres se comportent d'une façon analogue, sous l'influence des variations de salure de l'eau.

Au sujet de l'intervention de l'acide carbonique, j'ai observé des faits très curieux dans les mares supra-littorales de Concarneau. En morte eau, celles-ci, où s'accumulent des déchets organiques divers (débris de Poissons), sont le siège de putréfactions organiques, d'un dégagement d'acide carbonique et d'autres produits toxiques; mais, au moment des grandes marées, les vagues viennent balayer les impuretés et renouveler l'eau. Or, dans ces mares, pullulent de petits crustacés copépodes (*Harpacticusfulvus*); quand l'eau est putride, les mouvements des animaux se ralentissent beaucoup; mais, une fois que l'eau est renouvelée, les copépodes se mettent à nager très activement, en fuyant rapidement la lumière.

Ainsi on peut établir une sorte de parallélisme

entre la parthénogenèse artificielle et les variations des tropismes. Ceci est très important, car on n'a jamais songé à donner d'explications psychologiques de la parthénogenèse artificielle; pourquoi le ferait-on alors en ce qui concerne les tropismes; ceux-ci, comme celle-là, relèvent uniquement des propriétés générales de la matière vivante.

Loeb l'avait vu et affirmé dès le début. On doit à l'illustre physiologiste américain de nombreuses observations sur le changement de signe des tropismes sous l'influence de diverses substances chimiques. Récemment il insistait encore sur l'action des déshydratants tels que l'alcool, l'éther acétique..., l'acide carbonique; il rapproche mes observations de Concarneau sur des crustacés marins de certains faits présentés par les crustacés d'eau douce : les daphnies, les gammares deviennent fortement et positivement héliotropiques quand on ajoute à l'eau une petite quantité d'acide carbonique. Or, une algue, le *Volvox*, se comporte de même. Ce dernier fait est pour Loeb d'autant plus intéressant qu'il pourra peut-être convaincre ceux qui doutent toujours de l'identité des réactions phototropiques chez les animaux et les plantes.

§ 2. — RYTHMES DES MARÉES.

Beaucoup d'animaux subissent des variations périodiques de la teneur en eau de leurs tissus :

ce sont ceux du littoral marin, soumis au va-et-vient de la mer.

Pour comprendre les faits biologiques dont j'ai à parler maintenant, il est nécessaire de se rendre compte en quoi consiste le phénomène des marées.

Quand on jette un caillou dans une mare, il se forme à la surface de l'eau une série de rides circulaires qui se propagent en s'agrandissant : on dit qu'il y a *propagation d'ondes*. Chaque fois qu'une onde passe en un point, le niveau de l'eau s'y élève ; quand le même point est dans l'intervalle de deux ondes, le niveau s'abaisse.

Le phénomène de la marée est produit par la propagation d'ondes à la surface de la mer ; dans la Manche, par exemple, une onde qui passe au Havre arrive une heure après à l'embouchure de la Somme et deux heures après à Dunkerque ; en une localité, les ondes se succèdent à un intervalle moyen de treize heures ; ainsi chaque treize heures, en moyenne, la mer est haute. Mais dans la durée d'une quinzaine, on peut distinguer deux périodes : une période pendant laquelle les ondes se propagent plus lentement et sont plus faibles, période dite de *morte eau*, et une période pendant laquelle les ondes se propagent plus vite et sont beaucoup plus fortes, période dite de *vive eau* ; alors, à haute mer, l'eau atteint pendant quelques jours des rochers à sec tout le reste du temps, et, à basse mer, l'eau se retire très loin ; on est en *grande marée*.

Par suite, les animaux littoraux sont soumis à

une double influence périodique : celle des oscillations journalières qui durent en moyenne treize heures, et celle des oscillations de quinzaine.

J'ai montré depuis 1903 que la vie des animaux littoraux est en relation étroite avec le flux et le reflux de la mer et que leur biologie est en quelque sorte réglée par les mouvements de la marée.

Sur les plages de Bretagne, dès que la mer se

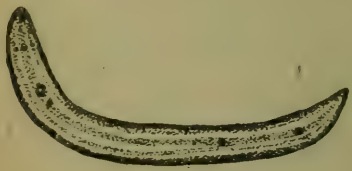

Fig. 14.

Convoluta, ou vers plats ciliés formant des taches vertes à la surface du sable des plages quand la mer est basse; à mer montante, ces animaux rentrent dans le sable. En aquarium, les mouvements oscillatoires de sortie et de rentrée persistent (Bohn).

retire, on voit apparaître sur le sable d'immenses taches vertes, dont la teinte fonce progressivement, et dont les contours changent incessamment. Ces taches sont formées par l'accumulation d'une multitude de petits vers ciliés, les *Convoluta* (fig. 14), dont les tissus sont chargés de grains de chlorophylle. Quand la mer revient, ces vers s'enfoncent alors dans le sable, ce qui leur permet d'éviter le choc des vagues ; dès que la mer se retire, ils réapparaissent. Les *Convoluta* présentent ainsi des mouvements alternatifs d'ascension et de descente qui sont synchrones de ceux de la marée,

mais inverses. Un fait très curieux, que j'ai mis en évidence, est le suivant : les mouvements oscillatoires persistent en aquarium, alors que les animaux sont soustraits au choc des vagues : dans un tube de verre renfermant du sable humide et des *Convoluta*, l'anneau vert monte et descend, occupant la position la plus élevée au moment de la basse mer, la plus basse au moment de la haute mer. Et chose plus curieuse encore : les irrégularités de la marée sont suivies par les *Convoluta* dans l'aquarium ; les mouvements sont plus lents en morte eau, plus rapides en vive eau, et ceci plusieurs jours après isolement en aquarium.

Ici ce sont les variations du géotropisme qui sont en relation avec les mouvements journaliers de la marée. Dans un espace de treize heures, l'animal monte environ pendant six heures, descend environ pendant six heures et cela même en aquarium loin de la mer où il vivait. Le rythme de ces oscillations vitales correspond à celui de la marée.

Dans d'autres cas, il s'agit de variations du phototropisme assujetties au même rythme : je citerai comme exemples : les littorines que l'on trouve parmi les *Fucus* à mer basse (*L. littorea*), les vers annelés des estuaires saumâtres (*Hediste diversicolor*), etc. Dans un espace de treize heures, l'animal est attiré par les surfaces sombres environ pendant six heures, et est repoussé par ces surfaces environ pendant six heures, et cela aussi bien en aquarium que dans la nature. On peut

donner une forme plus élégante à l'expérience. On détruit, d'une façon ou d'une autre, un des deux yeux du mollusque ou du ver, et, en altérant la symétrie de l'excitation des deux côtés du corps, on détermine, comme je l'ai montré précédemment, un mouvement de manège; or, dans ces conditions, l'animal tourne pendant six heures dans le sens des aiguilles d'une montre, et pendant les six heures suivantes dans le sens inverse.

Tous les exemples cités jusqu'ici sont relatifs au rythme journalier de la marée; mais le rythme de quinzaine peut également avoir son influence. C'est le cas des animaux qui vivent sur les rochers des niveaux les plus élevés, rochers qui subissent une dessiccation pendant les huit jours de la morte eau, et qui sont arrosés plus ou moins par les vagues pendant les huit jours de la vive eau. Ces animaux, en particulier les petites *Littorina rudis*, présentent, surtout en été, une périodicité vitale de quinzaine tout à fait remarquable : pendant les huit jours de la morte eau, les littorines s'enferment dans leurs coquilles pour y mener une vie ralentie, en milieu confiné, asphyxique; dès que, au début de la vive eau, l'eau vient les arroser, ces mollusques sortent de leur torpeur, se mettent à ramper sur la pierre humide : le phototropisme est négatif au début, mais, ensuite, petit à petit, il devient positif. *Cette périodicité persiste en aquarium.* Supposons que nous ayons isolé en aquarium des littorines depuis un mois : au moment où les vagues viendront battre, après la morte eau,

les rochers de l'habitat d'origine, bien que l'eau pure n'arrive pas dans les cristallisoirs, bien que la dessiccation et l'intoxication y persistent, les mollusques se mettront subitement en branle et se dirigeront avec précision vers les ombres.

§ 3. — RYTHMES DUS A DES VARIATIONS D'ÉCLAIREMENT.

Le *rythme des marées* n'est qu'un cas particulier des rythmes vitaux.

« La nature entière, dit Wallace, dans son livre : *la Place de l'homme dans l'univers*, est pleine de mouvements rythmiques de toute espèce de degrés et de durées. Tous les mouvements et toutes les fonctions des êtres vivants sont périodiques : la croissance et la réparation, l'assimilation et la déperdition se succèdent alternativement. Tous nos organes sont sujets à la fatigue et exigent le repos. Toutes sortes de stimulants doivent être de courte durée, sous peine d'être funestes. De là, l'avantage de l'obscurité, alors que les stimulants de la lumière et de la chaleur sont supprimés en partie... Les plantes, comme les animaux, bénéficient de ce repos nocturne; les uns et les autres profitent également des périodes plus longues qui se nomment l'été et l'hiver, les saisons sèches ou pluvieuses... »

Le rythme dû à la succession du jour et de la nuit, dit *rythme nycthéméral*, est présenté par la plupart des plantes terrestres et par les animaux qui vivent parmi elles, tels que les insectes. Mais

j'ai montré que chez beaucoup d'animaux du littoral marin, ce rythme peut se superposer à celui de la marée. Il est souvent masqué par ce dernier, mais, en aquarium, alors que celui-ci s'affaiblit, il peut devenir apparent.

A cet égard, il y a de grandes différences entre les habitants des mers du Nord et ceux des mers du Midi, entre le Pas de Calais, par exemple, et le bassin d'Arcachon.

Sur les fonds du bassin d'Arcachon, la lumière solaire est excessivement vive, et l'on conçoit toute l'importance de l'épaisseur de l'écran d'eau qui est interposé entre l'air illuminé par les rayons de l'astre et le fond de l'eau.

A mer haute, les animaux du littoral sont protégés par l'épaisse couche d'eau qui les recouvre, et ils craignent beaucoup moins la lumière qu'à mer basse, même quand ils restent recouverts par l'eau. Il est une période de la journée où les animaux doivent particulièrement éviter la lumière et la chaleur qui accompagne celle-ci, c'est celle comprise entre midi et six heures; à trois heures, il y a maximum d'insolation des eaux du bassin dans le voisinage du débarcadère d'Arcachon. Or, près de ce débarcadère, la mer est précisément haute, de midi à six heures, pendant les périodes de vive eau, et elle est basse, par contre, aux mêmes heures, pendant les périodes de morte eau. Il n'y aurait donc rien d'étonnant à ce que les animaux se promènent sur le fond pendant les périodes de vive eau, où l'écran d'eau croît avec l'intensité de

l'insolation et atteint une grande épaisseur vers trois heures de l'après-midi, et qu'au contraire ils se cachent pendant les périodes de morte eau, où la protection par l'eau au moment de l'illumination solaire est très imparfaite.

C'est précisément ce qu'a constaté Anna Drzewina en faisant connaître chez les pagures dits misanthropes une curieuse périodicité de quinzaine, qui se manifeste par le changement de signe du phototropisme.

Les animaux avaient été recueillis près du débarcadère d'Arcachon, et placés dans des cuvettes en verre, dont la moitié, dirigée du côté de l'ombre, était recouverte d'un voile noir. Pendant plusieurs jours, les pagures avaient un phototropisme positif très marqué, c'est-à-dire que toutes les fois qu'on les plaçait sous le voile, ils se dirigeaient immédiatement du côté de la lumière. Au bout de quelques jours, le signe du phototropisme s'est renversé : les crustacés se tenaient dans la partie obscure de la cuvette, et dès qu'on les plaçait dans la partie éclairée, ils se mettaient en branle pour revenir sous le voile. Ceci durait une huitaine de jours; après quoi le phototropisme était de nouveau devenu positif. En comparant les variations périodiques du signe du phototropisme avec l'horaire des marées, il a été facile de constater que ces variations sont sensiblement parallèles aux oscillations de quinzaine de la marée : pendant la période correspondante à la morte eau, les pagures ont un phototropisme négatif marqué et très

constant; à mesure que les marées deviennent plus fortes, le phototropisme tend à changer de signe et devient franchement positif pendant la période correspondant à la vive eau.

Ces faits ont un réel intérêt pour la biologie générale.

§ 4. — INTERPRÉTATIONS PSYCHOLOGIQUES DES RYTHMES VITAUX.

J'ai insisté longuement sur les rythmes vitaux : rythmes de marée, rythmes nycthéméraux..., — dont l'étude précise ne date que de quelques années, — afin de rejeter les interprétations psychologiques, anthropomorphiques, de phénomènes qui doivent rester dans le domaine de la biologie pure.

Comme je le faisais remarquer, avec Wallace, il n'est pas d'organismes, pas d'organes, qui ne présentent une ou plusieurs périodicités vitales. Chacun de nos organes, après avoir fonctionné et s'être fatigué, se repose. La périodicité fonctionnelle du rein est bien connue des médecins : presque fermée vers neuf heures du soir, cette glande est ouverte au maximum aux premières heures du jour, et cela même quand les habitudes de vie ont été modifiées passagèrement.

Dans la variabilité, périodique, de la sécrétion de l'urine, on n'a jamais vu une manifestation du psychisme. Dans la variabilité, périodique, des réac-

tions des animaux soumis au flux et au reflux de la marée, ou des animaux soumis à la succession du jour ou de la nuit, nous ne verrons pas non plus une manifestation du psychisme.

Or, certains auteurs ont vu dans les phénomènes des rythmes vitaux l'intervention de certaines facultés psychiques : la mémoire, la faculté de prévoir l'avenir.

En se servant du mot *mémoire*, on ne précise pas plus qu'en parlant de rythmes vitaux ; on risque simplement de provoquer des confusions fâcheuses. Ce mot a été, en effet, employé dans bien des sens différents.

Forel rapporte l'observation suivante faite sur les abeilles, et que certains ont cru devoir rapprocher de celles que j'ai faites sur les *Convoluta*. Une abeille d'un rucher voisin de la maison est venue, par hasard, visiter la table au moment où s'y trouvaient des confitures. Le lendemain, elle fut suivie de plusieurs de ses compagnes, et dès lors, les insectes ailés venaient constamment aux heures des repas. Les confitures furent supprimées au repas de midi : alors, les abeilles cessèrent entièrement de venir à cette heure, ne visitant la table que le matin vers sept heures et l'après-midi entre quatre et cinq. Forel parle d'une « mémoire du temps ». A-t-il raison ou tort? Je ne veux pas examiner cette question pour le moment. Ce que je sais, c'est que bien lointains, les uns des autres, sont ces faits et ceux présentés par les *Convoluta*. Chez les abeilles, il s'agit de phénomènes de « mémoire

associative » très complexes; chez les *Convoluta*, il n'y a qu'un rythme vital.

D'ailleurs, de simples plantes, sans système nerveux, présentent les mêmes phénomènes que les *Convoluta*. Fauvel et moi, nous avons décrit le rythme des marées chez des diatomées littorales, les *Pleurosigma æstuari*. Ces algues microscopiques se comportent comme les vers ciliés : quand la mer se retire, elles sortent du sable et forment, à sa surface, une épaisse couche brune; quand la mer revient, elles disparaissent de nouveau dans le sable. Ceci persiste également en aquarium. Mais ici, la lumière a une influence très nette : à l'obscurité, la sortie ne s'effectue pas; aussi, quand il fait jour les deux fois que la mer est basse en vingt-quatre heures, il y a deux sorties; il n'y en a qu'une, mais plus prolongée, quand il ne fait jour qu'une fois à mer basse.

Il nous a paru extrêmement intéressant de retrouver chez un végétal un phénomène qui n'était connu, jusqu'ici, que chez les animaux. On se rappelle les rapprochements établis par Loeb entre une algue, le *Volvox*, et les animaux d'eau douce. On conçoit toute l'importance, au point de vue de la biologie générale, de pouvoir montrer l'identité de certaines réactions chez les animaux et les plantes.

C'est en m'appuyant sur ces faits, que je ne crains pas de protester contre l'intervention, dans les phénomènes étudiés, d'une prétendue *faculté de prévoir l'avenir*.

Les *Convoluta*, les diatomées, qui rentrent dans le sable avant même le retour des vagues, ne prévoient pas; elles obéissent au rythme vital. Elles ne présentent aucune habileté, tout au contraire. Or, un auteur, Henri Piéron, voit dans des faits presque identiques l'apparition, chez les animaux inférieurs, d'une faculté qui caractérise essentiellement l'intelligence de l'homme, celle de prévoir ce qui va se passer! Des actinies se fermeraient, prévoyant le manque d'oxygène dans l'eau. Le plus curieux de l'histoire, c'est que, en réalité, il n'y a pas appauvrissement en oxygène dans les conditions où l'auteur s'est placé.

CHAPITRE XV

La lutte contre la variation et la sensibilité différentielle.

---

§1. — QUELQUES ASPECTS DE LA LUTTE CONTRE LA VARIATION

On disait autrefois : « la Nature a horreur du vide » ; je crois qu'on pourrait dire maintenant : « *la Nature a horreur de la variation.* » Je vois même dans cette formule l'énoncé d'une loi d'une portée très générale, qui trouve son application dans les domaines les plus divers, ceux de la mécanique, de la physique, de la biologie, de la psychologie, voire même de la sociologie.

Je ne m'attarderai pas ici à de longs exposés sur la mécanique et la physique. J'indiquerai seulement quelques applications de ce que l'on appelle la loi des *phénomènes réciproques*, loi qui s'énonce ainsi : « Lorsqu'une action produit sur un corps en équilibre une modification d'état, celle-ci est accompagnée, dans des conditions très générales, d'un phénomène secondaire, dit phénomène réci-

proque, qui réagit sur l'action initiale »; le sens du phénomène réciproque est toujours tel qu'il tende à s'opposer à la continuation de la modification produite.

1° Une des expériences fondamentales de l'électricité est la suivante. On approche un anneau de cuivre d'un aimant; il se développe dans le fil de cuivre un courant électrique, dit courant induit, dont le sens de la marche est tel qu'il en résulte une répulsion de l'anneau métallique vis-à-vis de l'aimant. Le courant électrique qui résulte de la variation de position de l'anneau vis-à-vis de l'aimant tend, par son action même, à s'opposer à cette variation. C'est la loi de Lenz, qui, cas particulier de la loi des phénomènes réciproques, est une des plus importantes de l'électricité, et régit tous les phénomènes dits d'induction, phénomènes qui ont leur application dans de nombreuses machines et bobines électro-magnétiques, dans le téléphone, etc.

2° Quand on chauffe un fil métallique, il s'allonge; il se contracte, au contraire, par refroidissement. Or, lorsqu'on étire un fil métallique, de façon à l'allonger, il se refroidit. Le phénomène thermique qui accompagne l'allongement tend donc à faire contracter le corps, et par conséquent s'oppose à l'action principale.

3° Presque tous les sels se dissolvent avec absorption de chaleur; il en résulte un abaissement de température de la solution (mélanges réfrigérants). Réciproquement, si l'on chauffe un

liquide contenant un excès de sel, la solubilité augmente ; une nouvelle quantité de sel se dissout, phénomène qui tend à abaisser la température.

4° En comprimant une tourmaline, on produit l'électrisation du cristal. Réciproquement, cette électrisation est telle qu'elle fait naître des forces mécaniques qui s'opposent au raccourcissement du cristal.

5° Lorsqu'on chauffe une tourmaline, le cristal s'électrise. Réciproquement, cette électrisation est telle qu'elle produit une absorption de chaleur, et tend par conséquent à empêcher l'échauffement.

Ainsi, dans ces divers cas, l'*effet d'une variation s'oppose à cette variation.*

En biologie, le plus souvent tout se passe comme si la loi des phénomènes réciproques avait son application. Au risque de déplaire à ceux qui ont adopté sans critique le dogme introduit dans la science par Darwin, je vais essayer de montrer la résistance que tout être vivant oppose à la variation. J'avais déjà tenté de le faire en 1904, dans un article intitulé : *Variation et évolution*, paru dans la *Revue des idées* ; cet article souleva de vives protestations. Mais depuis quatre ans les idées que j'avais émises ont trouvé leur application, et on commence à en tenir compte, sans l'avouer bien nettement.

Je me contenterai ici de quelques exemples.

On doit à M. Houssay, professeur en Sorbonne, savant et philosophe à la fois, une tentative très curieuse de transformisme expérimental. M. Hous-

say a recherché l'*influence du régime carnivore sur les poules*. A la première génération, les *variations* entraînées par le nouveau régime sont très nettes : elles portent sur le tube digestif, sur les reins, et elles correspondent à un « bouleversement organique considérable », l'état chimique des divers tissus étant modifié sensiblement. Dès la deuxième génération, les variations sont d'importance beaucoup moindre. Dans la suite, les variations nouvelles perdent encore de leur importance, et on constate même que telle variation peut changer de sens au bout d'un certain temps d'application du régime, et qu'il se produit ainsi *un retour en arrière*. Ceci s'applique, non seulement à l'organisation des animaux, mais encore à la ponte, aux mœurs sexuelles. Le nombre des œufs augmente tout d'abord, pour diminuer ensuite ; beaucoup d'arrêts de développement se produisent et la proportion des mâles augmente beaucoup, mais le dimorphisme sexuel qui, au début, s'était accusé, devient petit à petit moins apparent, et parfois est presque supprimé dès la troisième génération ; le fait suivant est significatif : quatre coqs de la quatrième génération ont pu vivre avec une seule poule en parfaite intelligence.

« Tous ces faits sont très curieux, disais-je en janvier 1904 dans la *Revue des idées* : il semble que, dans la première génération, l'organisme, surpris en quelque sorte, subisse passivement l'influence morphogène du nouveau régime, mais que, dès la deuxième génération, l'organisme s'*adapte* à ce

nouveau régime, réagisse, lutte contre ses effets. C'est là la loi générale de l'action et de la réaction. Toute cause qui tend à produire une modification dans un organisme entraîne une réaction de l'organisme qui tend à s'opposer à cette modification; par suite on ne conçoit guère qu'une évolution dans ces conditions soit possible. *On tourne fatalement dans un cercle limité et on revient rapidement au point de départ.* Les résultats des expériences de M. Houssay auraient pu être prévus par ceux qui ne se seraient pas laissé hypnotiser par les idées évolutionnistes. »

Ces observations sont à rapprocher d'observations médicales, bien mises en valeur par le Dr Héricourt dans un livre de cette collection, *les Frontières de la maladie*, et d'où ressort l'immunité héréditairement acquise de la tuberculose, et d'autres maladies microbiennes : « L'enfant conçu et mis au monde par une mère tuberculeuse serait réfractaire à la phtisie dans tout le cours de sa vie, même jusqu'à sa descendance. » La *lutte contre la maladie*, qui se poursuit de générations en générations, peut être mise en parallèle avec la *lutte contre la variation*, qui se poursuit également de générations en générations.

Ce parallèle est d'autant plus légitime que, comme je l'ai déjà soutenu à plusieurs reprises, les individus, animaux ou végétaux, qui ont subi soit une variation brusque (mutation), soit une variation lente, doivent être considérés comme des individus *malades* : débiles, ils ont une activité

vitale inférieure à celle des individus normaux et moins variée; ils sont doués en quelque sorte d'une faiblesse congénitale. Ceci résulte nettement des recherches du botaniste hollandais Hugo de Vries sur les mutations des plantes, et, en particulier, de l'onagre. De Vries, il est vrai, n'insiste pas sur ce point; Korschinsky, au contraire, dans des considérations de la plus haute importance sur l'*hétérogenèse* ou variation brusque, publiées dans les *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, après avoir cité des faits du même ordre, en dégage une idée fondamentale, à savoir que : toute variation débute par une période critique, parfois assez longue, dans laquelle l'individu qui a varié se trouve manifestement dans un état d'infériorité vis-à-vis des individus qui n'ont pas subi la variation. Les variétés nouvelles chez les plantes : hêtres à feuilles pourpres, campanules à fleurs blanches, moins résistantes, succombent plus facilement dans la lutte pour la vie.

Ces conclusions sont applicables aux animaux comme aux plantes, en particulier, aux hybrides, qui sont nés de la rencontre de deux petites masses de matière vivante détachées d'individus appartenant à deux espèces différentes.

Ainsi, *un individu qui subit une variation est un malade.* Or, un malade, ou bien meurt, ou bien lutte contre la maladie. J'ai montré tout à l'heure quelques épisodes de cette lutte : les poules carnivores, les tuberculeux. J'ajouterai encore un exemple curieux, le procédé employé se trouvant

être précisément celui des tropismes. J'ai soumis à une vive insolation, pendant quelques heures, une ponte de grenouille : quelques semaines après, les têtards, qui provenaient de la transformation des embryons, se comportaient d'une façon différente de celle des têtards normaux : ils fuyaient le soleil, avaient un phototropisme négatif des plus nets. Leur matière vivante avait autrefois reçu trop de lumière ; maintenant, elle devait éviter celle-ci.

« La Nature a horreur de la variation. » On pourrait, dans le domaine de la biologie, multiplier les exemples. Il serait facile d'en citer également dans le domaine de la psychologie et dans celui de la sociologie. Les idées de René Quinton, en général mal connues et comprises, se rattachent à cet ensemble de considérations : l'évolution morphologique, — que ne nie pas Quinton, tout au contraire, — résulterait d'insurrections successives des êtres vivants contre les variations du milieu extérieur qui se sont produites au cours de l'histoire de notre Terre ; les derniers parus, les mammifères, les oiseaux, seraient ceux qui auraient eu le plus à lutter pour maintenir les conditions originelles. Les idées de Quinton ont été appliquées à d'autres faits que les faits biologiques par une pensée logique et claire, celle de Rémy de Gourmont, et ont donné lieu à des dissertations philosophiques captivantes, malgré leur aridité, celles de Jules de Gaultier. Il apparaît que bien souvent l'intelligence humaine elle-même aurait eu

l'horreur de progresser. De tout temps, les idées conservatrices ont été les freins de l'évolution sociale.

§ 2. — DIVERSES SENSIBILITÉS DIFFÉRENTIELLES.

Je me suis laissé entraîner, en apparence du moins, bien loin de tout ce monde des animaux inférieurs : infusoires, polypes, vers, crustacés..., dont je rapporte ici les faits et gestes pour tâcher d'apercevoir, dans l'obscurité du pur mécanisme, les premières lueurs de l'intelligence.

Des faits nouveaux, et d'un intérêt considérable pour l'analyse des actes parfois si complexes de ces animaux, vont nous montrer que chez eux il y a, presque dans tous les cas, des *mouvements très simples qui permettent à l'organisme d'échapper à la variation des diverses forces du milieu extérieur*. Ces faits, sur lesquels j'ai particulièrement attiré l'attention dans mes travaux récents, peuvent se ranger sous la rubrique de « *sensibilité différentielle* », établie par Jacques Loeb. Il s'agit, en effet, de réponses à des variations plus ou moins brusques des diverses forces du milieu extérieur : lumière, gravitation... Faute d'avoir trouvé d'autres termes, j'ai adopté ceux de « sensibilité différentielle », du moins provisoirement, car les psycho-physiciens ont protesté et fait remarquer qu'ils les avaient employés avant Loeb dans une acception un peu différente.

On peut considérer la sensibilité différentielle

vis-à-vis : 1° de la lumière ; 2° de la gravitation 3° des surfaces solides ; 4° des substances chimiques, etc.

J'insisterai surtout sur le premier cas.

1° *Sensibilité différentielle vis-à-vis de la lumière.* — Je supposerai que l'animal a un phototropisme positif, c'est-à-dire qu'il se déplace, *orienté* suivant la direction des rayons lumineux, en faisant face

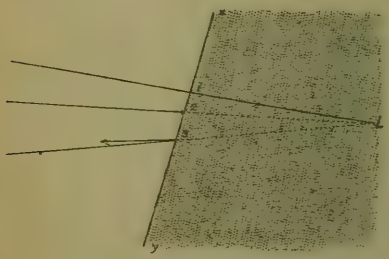

Fig. 15.

Perturbations du phototropisme à la limite du soleil et de l'ombre (*x y*). — En 1, le phototropisme étant très fort, aucune perturbation ne se produit, et l'animal gagne la lumière L. — En 2, il y a arrêt. — En 3, il se produit un renversement de la marche, un retour en arrière. C'est là un des effets les plus fréquents de la sensibilité différentielle.

constamment à la source de lumière, comme si celle-ci exerçait sur lui une attraction invincible.

Il y a là souvent comme une sorte de « marche à l'Étoile » : l'animal *peut* traverser des plages d'ombre, de lumière, sans s'arrêter (fig. 15, 1); peu importe les éclairements du fond sur lequel il se déplace,

pourvu que les deux côtés du corps restent constamment éclairés également; pourvu, en d'autres termes, que la symétrie de l'éclairement soit conservée. Les expériences de Loeb sur les chenilles de *Porthesia Chrysorrhæa* et sur les larves de mouche (asticots) sont frappantes à cet égard.

Mais quand le tropisme est moins fort, quand les contrastes sur le fond sont plus accentués, la marche à l'Étoile peut être troublée, toutes les fois que l'animal arrive dans le voisinage de la limite d'une ombre portée d'avec la lumière.

Dans certains cas (fig. 15, 2), il s'y produit un *arrêt* brusque,et les animaux qui s'y arrêtent finissent par la dessiner. Il semble que la diminution brusque de l'éclairement détermine un affaiblissement de l'organisme, une diminution notable de son activité.

Mais le plus souvent (fig. 15, 3), l'animal *tend* à effectuer une rotation de 180° sur lui-même, de manière à se retourner complètement, et à marcher du moins pendant un certain temps dans le sens opposé au sens primitif de la marche. *Par ce procédé, l'organisme vivant évite la variation de l'éclairement.* Il en résulte que, au moins pour un certain temps, le signe du tropisme change.

J'ai dit que l'animal tend à effectuer la rotation de 180°; cela veut dire qu'il peut arriver que cette tendance ne se réalise qu'incomplètement. On n'observe alors qu'une déviation momentanée du chemin prescrit par le tropisme; après quelques oscillations de l'animal de part et d'autre de ce

chemin, celui-ci ne tarde pas à être repris (fig. 16).

En somme la variation d'éclairement détermine une *impulsion rotative,* qui peut être plus ou moins forte suivant l'amplitude de la variation et la rapidité avec laquelle elle s'est accomplie. Si elle est faible par rapport à l'attraction phototropique, elle peut ne se manifester que par quelques oscillations (mouvements de zigzag), ou même pas du tout. Si elle est plus forte, l'animal se retourne (180°) en décrivant un arc de cercle de diamètre variable. Mais il peut arriver que l'animal dépasse les 180 degrés, et effectue plusieurs tours sur lui-même (fig. 17, *a*). L'impulsion rotative est tellement forte qu'il ne peut y résister. Ce dernier cas se présente surtout chez les animaux nageurs.

Fig. 16.

Perturbations du phototropisme à la suite d'une variation d'éclairement (Bohn). — Le chemin suivi, qui était rectiligne, devient, immédiatement après la variation, sinueux.

Dans l'exemple que j'ai choisi, le phototropisme est positif, et la variation d'éclairement négative (diminution); avec une variation positive (augmentation), la réaction indiquée ne se produit pas en général. Quand le phototropisme est négatif, c'est au contraire à une variation d'éclairement positive que l'animal se montre sensible. Il y a ainsi une relation entre le signe du tropisme et celui de la

sensibilité différentielle, relation que j'ai énoncée sous la forme d'une *loi*. Il en résulte que les animaux qui sont attirés par la lumière éprouvent une difficulté à pénétrer dans les ombres, que ceux qui sont attirés par l'obscurité éprouvent, au contraire, une difficulté à effectuer le passage inverse. Quand le signe du tropisme est indiffé-

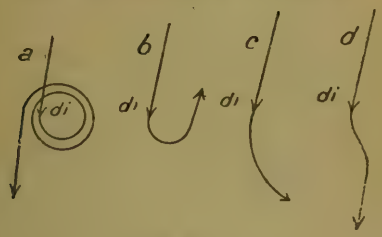

Fig. 17.

Rotations consécutives à une variation d'éclairement (Bohn). — En *a*, rotation de plusieurs tours. — En *b*, rotation de 180 degrés. — En *c* et *d*, rotations moindres. Le dernier cas rappelle celui de la figure 16.

rent, la sensibilité différentielle peut se manifester dans les deux sens.

Ces faits ont une grande généralité. Je les ai observés sur les animaux les plus divers, qu'ils soient en train de nager (larves de seiche, calmars, petits crustacés copépodes...), de ramper (littorines, étoiles de mer...), de marcher (insectes, crabes...).

2° *Sensibilité différentielle vis-à-vis de la gravitation.* — Une littorine, une étoile de mer grimpe

sur un plan incliné, en suivant ce que l'on appelle la ligne de plus grande pente; brusquement on augmente l'inclinaison : souvent l'animal tourne de 180° et revient en arrière, momentanément du moins, comme s'il tendait à éviter l'augmentation de la pente.

Une étoile de mer (*Asterina gibbosa*) est dans un cylindre à grand axe horizontal; elle est fixée, contre la génératrice supérieure, les pieds contre le verre, c'est-à-dire dirigés vers le haut; brusquement on tourne le cylindre d'un demi-tour sur lui-même ; l'animal se trouve alors contre la génératrice inférieure, les pieds dirigés vers le bas; mais il se retourne, de manière à conserver sa position dans l'espace, c'est-à-dire il détache les pieds du support, pour les amener vers le haut. Cela ne dure d'ailleurs qu'un instant : l'étoile de mer applique de nouveau ses pieds contre la paroi solide.

3° *Sensibilité différentielle vis-à-vis de la surface des corps solides.* — Ce dernier acte est également une manifestation de la sensibilité différentielle. Un animal qui est appliqué contre une paroi solide et qui, brusquement, pour une cause ou pour une autre (force étrangère, impulsion imprimée à l'animal), en est écarté, tend à s'y appliquer de nouveau.

Cette sorte de sensibilité différentielle a été désignée improprement, comme l'a montré Loeb, sous le nom de *stéréotropisme*.

On sait depuis longtemps qu'un grand nombre d'animaux se cachent dans les fentes, dans les plis des objets ; on attribuait ce fait à la crainte de la lumière, à l'instinct de la protection; Loeb a montré qu'il s'agit simplement de cette tendance à mettre le corps en contact aussi étendu que possible avec les parois solides. Les néréides, annélides marins, vivent dans le sable des plages, à l'intérieur de tubes étroits; Maxwell, au laboratoire de Loeb, en a placé dans un aquarium, avec des tubes de verre ayant un diamètre à peu près égal à celui des vers; au bout de vingt-quatre heures, les néréides occupaient les tubes, et *y restaient*; elles ne sortaient même pas de leurs tubes, quand on les exposait à la lumière directe du soleil, qui les fait mourir.

4° *Sensibilité différentielle vis-à-vis des substances chimiques.* — Loeb a également bien montré qu'on a désigné souvent sous le nom de *chimiotropisme* une sensibilité différentielle aux actions chimiques, et Jennings, faute d'avoir fait la distinction entre tropisme et sensibilité différentielle, a été conduit à critiquer, d'une manière injuste, les tropismes de Loeb.

En un point d'un liquide, on verse une goutte d'acide chlorhydrique : l'acide diffuse dans le liquide, formant comme un nuage dont les contours s'élargissent. S'il y a des infusoires dans le liquide, ceux-ci se pressent bientôt en rangs serrés le long des contours de ce nuage (fig. 18); en

effet, ces animalcules, quand ils arrivent à la limite qui sépare l'eau pure de l'eau acidulée,

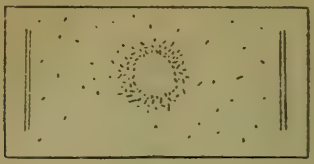

Fig. 18.

Accumulation d'infusoires sur le pourtour d'une goutte d'acide chlorhydrique versée dans l'eau où pullulaient ces animaux microscopiques (d'après Jennings). Le phénomène est la conséquence du mouvement de recul qui se produit à la limite de l'eau pure et de l'eau acidulée : c'est là encore un effet de la sensibilité différentielle.

font un mouvement de recul; ils s'accumulent contre le rempart qu'ils ne peuvent franchir,

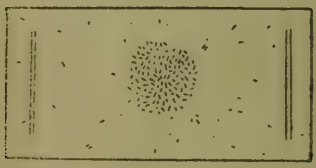

Fig. 19.

Semblable accumulation dans une gouttelette d'eau chargée d'acide carbonique (Jennings). Ce phénomène résulte de mouvements de recul représentés dans la figure 20.

comme beaucoup d'animaux s'arrêtent, reculent à la limite des ombres. Il s'agit donc bien d'un phénomène de sensibilité différentielle.

Les sensibilités différentielles se manifestent par des arrêts, des reculs, des rotations..., par l'accu-

mulation des animaux dans certaines régions du milieu où ils se déplacent, régions qui se comportent comme des *pièges*.

Considérons, en effet, des animaux dont la sensibilité différentielle vis-à-vis de la lumière est telle qu'ils passent difficilement de l'ombre dans la

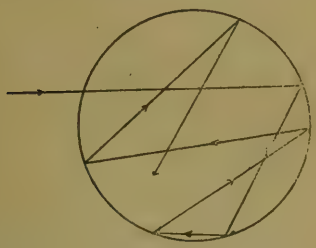

Fig. 20.

Trajet suivi par un infusoire à l'intérieur d'une gouttelette d'eau chargée d'acide carbonique (Jennings). Toutes les fois que l'animalcule rencontre la limite de la gouttelette, il se produit un mouvement de recul.

lumière, et supposons que ces animaux sillonnent dans tous les sens un champ uniformément éclairé, sauf en une petite région, où se trouve une ombre portée ; les animaux entreront facilement dans l'ombre, mais en sortiront difficilement, en sorte qu'ils finiront par s'y accumuler, l'ombre fonctionnant comme un piège.

Avec une gouttelette d'eau chargée d'acide carbonique, on obtiendra le même résultat qu'avec l'ombre, si on se sert d'animaux passant difficilement de l'eau impure dans l'eau pure (fig. 19 et 20).

§ 3. — AUTOMATISME ET ADAPTATION DES PHÉNOMÈNES DE SENSIBILITÉ DIFFÉRENTIELLE.

Les phénomènes d'*arrêt* et de *retour en arrière* (par rotation de 180°, ou quelquefois par simple renversement du sens de la locomotion) à la limite d'une ombre ou de la zone de diffusion d'une substance chimique sont excessivement fréquents. On les observe chez des représentants de tous les groupes du règne animal, depuis les animaux unicellulaires. Ils sont soumis à quelques règles, toujours les mêmes et fort simples.

A une variation de l'excitation lumineuse ou chimique, *l'animal répond toujours de la même façon*, en reculant par exemple, si bien que la réaction ne dépend même pas de la direction du stimulus par rapport à l'axe du corps.

A l'appui de ce que je viens de dire, je citerai seulement deux exemples, mais très frappants :

1° Les *Acanthia lectularia* sont des insectes qui fuient d'une façon très nette la lumière, qui ont un phototropisme négatif très marqué. Pendant que l'un d'eux s'éloigne en ligne droite d'une fenêtre F très éclairée par exemple (fig. 21), plaçons une lampe L devant lui ; nous le verrons, du moins au premier instant, rebrousser chemin. La lampe a produit une augmentation d'éclairement, légère il est vrai : l'*Acanthia* y a répondu par une rotation sur lui-même de 180°. Mais plaçons maintenant la lampe en arrière de l'animal qui fuit la

fenêtre, c'est-à-dire entre cette fenêtre et lui, il tournera encore de 180° et fera face à la lumière encore plus vite que tout à l'heure. La réponse

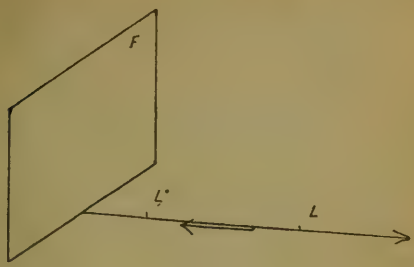

Fig. 21.

Réaction d'une *Acanthia lectularia* vis-à-vis d'une augmentation d'éclairement (Bohn). — L'insecte fuit la fenêtre F. On vient à placer une lampe en L, il fait demi-tour et s'éloigne de la lampe. Mais on obtient la même réponse, en plaçant la lampe en arrière de l'animal, en L'. Dans les deux cas, l'animal réagit mécaniquement à la variation d'éclairement; il recule toujours, quelle que soit la position de la lampe.

cette fois a porté à faux, mais la loi de la sensibilité différentielle est observée.

2° Dans le second exemple, le caractère automatique de la réaction est encore plus apparent. Un infusoire cilié, de l'espèce *Spirostomum ambiguum*, recule *toujours* dès qu'il est irrité par un liquide nocif (fig. 22); il recule, que l'approche du liquide se fasse en avant, sur les côtés, en arrière; dans ce dernier cas, la réponse porte à faux : l'infusoire, au lieu d'éviter l'action nocive du liquide, pénètre dans la gouttelette même du liquide corrosif. Chez des espèces voisines, les paramécies,

bien que les mouvements réactionnels soient plus compliqués (rotations), les choses se passent essentiellement de même. Jennings, à qui l'on doit ces derniers faits, conclut que « le protiste est une vraie machine, pas plus élevé, au point de vue psychique, qu'un muscle coupé qu'on excite électriquement ». Il a raison dans ce cas particulier, mais il aurait pu généraliser la formule, et dire que dans les circonstances mentionnées, qui sont caractéristiques des phénomènes de sensibilité différentielle, beaucoup d'invertébrés au moins se comportent comme de pures machines.

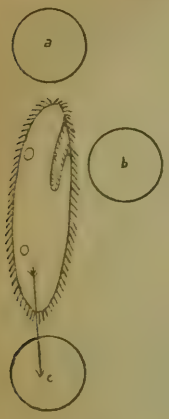

Fig. 22.

Réaction d'un infusoire vis-à-vis d'une gouttelette d'un liquide nocif. — Quelle que soit la position de la gouttelette (*a*, *b*, *c*) l'animal recule; dans le dernier cas, il n'évite pas l'action nocive (Jennings). On peut rapprocher ce cas de celui de la figure 21, et le faire rentrer dans la sensibilité différentielle.

Il faut bien distinguer la sensibilité différentielle du tropisme correspondant.

Dans le tropisme, tout dépend de la direction du stimulant; dans la sensibilité différentielle, peu importe cette direction, comme nous venons de le voir : il suffit qu'il y ait variation de l'excitant pour que le renversement de la marche se produise. Un léger nuage passe devant le soleil qui éclaire

indirectement un laboratoire; dans celui-ci se trouve une cuvette où des animaux nagent activement : au moment où se produit la variation de l'éclairement, et bien que la fenêtre reste toujours la principale surface éclairante, les animaux font demi-tour, pour reprendre ensuite la direction primitive.

Les réactions de la sensibilité différentielle, liées par une certaine règle aux tropismes, et qui en suivent par suite les variations, se présentent avec les mêmes caractères, et en particulier celui de l'automatisme, chez les animaux les plus variés; elles se trouvent adaptées aux conditions les plus habituelles, permettant aux animaux d'éviter l'action nocive de la variation; l'apprentissage n'a pu avoir lieu que dans un passé fort lointain.

La notion de sensibilité différentielle a échappé à Jennings; ce savant a eu le tort de la confondre avec celle des tropismes; comme les manifestations de la sensibilité différentielle ne suivaient pas les lois des tropismes, il fut conduit à critiquer la notion même des tropismes, et à donner des interprétations anthropomorphiques des phénomènes de sensibilité différentielle, qui ne comportent, comme nous venons de le voir, en nous appuyant sur Jennings lui-même, que du pur mécanisme. C'est ainsi qu'il a tenté d'introduire la notion des essais et erreurs chez les animaux inférieurs, que nous allons voir s'évanouir dans le chapitre suivant en poussant l'analyse des phénomènes plus loin.

CHAPITRE XVI

Combinaisons des impulsions motrices dans la machine animale.

---

§ 1. — INERTIE ET SPONTANÉITÉ.

Dans les tropismes, les animaux paraissent se comporter comme des êtres inertes qui obéissent fatalement aux forces extérieures ; quand un ver manifeste son géotropisme, il ne semble pas au premier abord qu'il y ait de différence avec un caillou. En réalité, contrairement au caillou, le ver est le siège de toute une activité ; et c'est celle-ci qui est en quelque sorte *dirigée* par les forces du milieu extérieur.

D'une façon générale, toutes les fois qu'on emploiera la comparaison des animaux avec des machines, on devra insister sur les différences profondes qui existent entre celles-ci et ceux-là. Les machines vivantes sont formées de pièces dont la composition chimique varie incessamment et dépend en grande partie de celle du milieu extérieur;

souvent il y a une rythmicité remarquable, comme nous l'avons vu dans le chapitre XIV.

D'ailleurs, il y a longtemps qu'on a établi entre le monde vivant et le monde brut une opposition que beaucoup considèrent comme essentielle : on trouverait d'un côté la spontanéité, de l'autre la pure inertie.

En psychologie comparée, on a souvent attaché une grande importance au fait que tel animal pourrait entrer en activité ou s'arrêter « spontanément »; dernièrement encore, Lukas, de Vienne, a vu dans cette faculté un critère de la conscience, et a reconnu celle-ci déjà chez les polypes, les anémones de mer en particulier (fig. 23). Mais il faudrait s'entendre sur ce que signifie le mot *spontanément*.

FIG. 23.

Anémone de mer ou actinie, animal du groupe des polypes qui vit fixé sur les rochers par une surface pédieuse ; à l'opposé se trouvent le disque buccal et les tentacules ; ceux-ci peuvent se rétracter et être englobés par un repli de la paroi du corps.

Précisément chez les anémones de mer, j'ai fait de nombreuses observations d'où il ressort que, dans certaines circonstances (liées au passé de l'organisme), il suffit de mettre ces animaux à l'abri des variations brusques du monde extérieur pour qu'ils restent constamment dans le même état, et pour que la « spontanéité » qu'on leur attribuait s'évanouisse en quelque sorte. Des *Actinia equina* recueillies sous des pierres littorales

dans le bassin d'Arcachon, placées en aquarium dans des conditions aussi constantes que possible (près de la surface d'une eau tranquille, demi-obscurité, etc.), sont restées constamment à la même place et constamment fermées pendant une ou deux semaines; ensuite, soit après une excitation mécanique (secousses), soit après une excitation chimique (introduction d'une substance alimentaire), elles se sont épanouies et sont restées ainsi. Dans la plupart des cas, des observations attentives ont montré que les mouvements, que l'on croyait spontanés, sont provoqués par des excitations provenant du milieu extérieur. Des exceptions se rencontrent dans les cas où les anémones ont acquis une rythmicité vitale, des changements dans l'état chimique interne entraînant, même dans un milieu extérieur invariable, les mouvements.

Après une analyse minutieuse de l'intervention des facteurs externes, on arrive à cette conclusion que le plus souvent les animaux inférieurs ont besoin de recevoir une stimulation pour se mettre en mouvement. Suivant l'état chimique de la matière vivante, — qui dépend lui-même du milieu extérieur, des processus de nutrition et des diverses rythmicités, — le minimum de stimulation nécessaire varie. Fait très important : en général, *il n'y a pas lieu de tenir compte de la spécificité de la stimulation* : des excitations diverses, mécaniques, physiques, chimiques, peuvent déclancher les mêmes mécanismes, un organisme donné ne

possédant qu'un nombre limité de possibilités motrices. Une étoile de mer est immobile près de la surface de l'eau; une diminution, même légère, mais brusque, de l'éclairement, entraîne un mouvement de descente suivant la verticale; le « géotropisme positif » se présente comme l'effet de la « sensibilité différentielle » vis-à-vis de la lumière; mais le même résultat est obtenu après une excitation mécanique, après une excitation chimique. Une actinie est en aquarium; à une certaine heure, elle reste fermée par une sorte d'inertie, alors que celles qui ont été ses compagnes viennent de s'épanouir dans la mer; toute excitation, tout choc, entraîne alors l'épanouissement; à une autre heure, cela pourra être le contraire.

Si la sensibilité différentielle peut entraîner la mise en marche de la machine animale, elle peut entraîner aussi son arrêt. Nous avons vu les animaux s'arrêter à la limite des ombres, dans des gouttelettes d'eau chargées d'acide carbonique.

Après qu'une stimulation externe quelconque a déclanché les mouvements de la machine animale, on observe souvent un retour progressif de celle-ci à l'état de repos. J'ai beaucoup insisté, dans ces derniers temps, sur ce que j'ai appelé la *loi du retour à l'état de repos*.

Un animal reçoit une stimulation : il entre en activité ; après la cessation de la stimulation, les mouvements persistent, mais ils diminuent progressivement d'intensité, comme si l'animal tendait

à retourner à l'état de repos. Si l'animal manifeste du phototropisme, celui-ci diminue progressivement d'intensité. Un animal phototropique, placé dans une cuvette de verre circulaire, devant une fenêtre éclairée, se met à décrire des cercles de diamètre variable (la loi de la sensibilité différentielle le veut ainsi) ; à mesure que le phototropisme s'affaiblit, le diamètre des cercles s'agrandit; dès qu'on exerce une nouvelle excitation sur l'animal, les cercles se rapetissent de nouveau, pour s'agrandir ensuite. Il ne faut voir dans le retour progressif à l'état de repos, après une stimulation, ni un effet de la fatigue de l'organisme, ni une conséquence de l'altération du milieu extérieur.

Tout se passe comme si l'animal avait accumulé en lui une certaine quantité d'énergie, et comme si la stimulation externe provoquait le dégagement d'une certaine portion de cette énergie. L'animal se comporte un peu comme un de ces jouets d'enfants dont on a remonté le ressort, et où il suffit de presser sur un petit levier pour que la spirale se détende.

Je crois qu'il est extrêmement important de faire intervenir la loi du retour progressif à l'état de repos dans toute analyse des phénomènes psychiques. De plus, cette loi a un avantage : celui de pouvoir dissiper certains malentendus créés par ceux qui ont comparé les êtres vivants à des machines. On a souvent tendance à rechercher l'équivalent énergétique d'une série de mouvements dans la réception qui en a été le point de

départ. C'est inexact, absurde même : l'énergie musculaire a sa source dans les processus de nutrition; chez un animal, où l'on observe des mouvements discontinus, ne se produisant que de temps en temps; si l'on compare la cause, qui provoque le commencement de ces mouvements à l'activité qui réside en eux, on est frappé par la disproportion entre la cause et l'effet. La stimulation qui *déclanche* les mouvements est comme l'étincelle qui fait sauter une poudrière.

Chez les animaux inférieurs, cette stimulation vient le plus souvent du milieu extérieur; mais elle peut provenir aussi de l'activité même de l'organisme. A mesure que les animaux se perfectionnent, les stimulations internes prennent de plus en plus d'importance : un centre nerveux (A) agissant sur un autre (B) peut, par exemple, déclancher une série de mouvements, bien que souvent le centre A n'ait pas reçu une stimulation spéciale du milieu extérieur; on parle alors de *volonté*. Je rappelle que Lamarck a montré, dans la série zoologique, le « transport de la force productive des mouvements de l'extérieur dans l'intérieur de l'animal ». Cette « force productrice » doit être entendue « force de déclanchement ». Dans le cas des tropismes, c'est une « force directrice ». A mesure que le système nerveux accumule davantage l'énergie du milieu extérieur, le déclanchement exige une moindre stimulation du milieu extérieur; mais, en revanche, souvent celle-ci doit être spécifique.

§. 2. — COMBINAISON DES IMPULSIONS MOTRICES CHEZ LES ANIMAUX AYANT LA STRUCTURE HÉLICOIDALE.

Ainsi chez les animaux inférieurs les forces du milieu extérieur peuvent déterminer des impulsions motrices et diriger celles-ci. Plusieurs impulsions peuvent se combiner entre elles d'une façon assez simple ; dans les combinaisons de mouvements, les règles de la mécanique s'appliquent le plus souvent. Les choses peuvent se compliquer cependant chez les animaux qui appartiennent à d'autres types d'organisation que ceux à symétrie bilatérale, car aux différentes formes correspondent des *possibilités motrices* différentes. Nous examinerons ici successivement l'influence de la forme hélicoïdale et celle de la forme rayonnée.

Beaucoup d'organismes qui se meuvent par le battement des cils qui recouvrent la surface du corps : infusoires, rotifères, larves..., ont une natation sinueuse ou en hélice (spirale) ; celle-ci résulte de la disposition même des cils.

La progression hélicoïdale offre de très grands avantages au point de vue mécanique ; aussi voit-on souvent des animaux relativement élevés en organisation, et à symétrie bilatérale, prendre momentanément des attitudes hélicoïdales (fig.24). Des vers, les néréides, les glycères, voire même les sangsues, nagent en faisant tourner autour d'un axe longitudinal le corps contourné en hélice. A cet égard *Glycera convoluta* est tout à fait remar-

quable : constamment des boucles hélicoïdales se déplacent d'une extrémité à l'autre du corps ; en même temps tout le corps tourne sur lui-même ; et celui-ci avance ainsi, pendant la natation, comme une sorte de vis assez compliquée. Beaucoup plus haut dans l'échelle animale, on retrouve encore quelques particularités des mouvements hélicoïdaux dans la natation des poissons et le vol des insectes et des oiseaux.

Fig. 24.

Attitude en hélice d'une planaire, ver plat qui se déplace grâce aux mouvements incessants des cils qui forment tout un revêtement à l'animal. Cette attitude facilite la progression dans l'eau (d'après Jennings).

Mais revenons aux infusoires chez lesquels la natation hélicoïdale est excessivement fréquente. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les figures des ouvrages de Jennings pour s'en rendre compte.

La figure ci-après (fig. 25) représente en particulier les mouvements de l'euglène. La trajectoire est une ligne spirale qui résulte de ce que l'infusoire effectue un double mouvement, de translation en avant et de rotation sur lui-même ; la rotation se fait toujours dans le même sens, sur une surface conique, et amène successivement le corps de l'animal en coïncidence avec les diverses génératrices du cône : ainsi la tête de l'animal pointe successivement dans un certain nombre de directions de l'espace. Cette dernière particularité a d'ailleurs ses avantages : si l'axe

du cône ne coïncide pas encore avec la direction de la force du milieu extérieur qui prédomine, lumière par exemple, l'animal s'échappe de la surface conique suivant la génératrice dont la direction se rapproche le plus de celle des rayons

Fig. 25.

Progression hélicoïdale d'une euglène, infusoire flagellé (d'après Jennings). L'infusoire tourne sur une surface conique, puis s'échappe par la génératrice qui est la plus voisine de la direction des rayons lumineux; et cela recommence; petit à petit l'axe de l'animalcule se rapproche de cette direction.

lumineux; et ainsi progressivement se fait l'orientation phototropique.

Les tropismes s'observent fréquemment chez les infusoires, l'axe de l'hélice ou de la sinusoïde (ligne sinueuse) décrite par l'animal en nageant étant parallèle à la direction de la force agissante. L'organisme oscille de part et d'autre de la direc-

tion du tropisme, s'écarte alternativement à droite et à gauche, mais tend toujours à revenir à cette direction. Voilà un fait qu'on a invoqué contre la théorie des tropismes : l'animal est capable de s'écarter de la direction de la force qui est en jeu.

Fig. 26.

Perturbation et modification du chemin suivi par une euglène, quand on vient à renverser le sens de la direction des rayons lumineux (d'après Jennings). On renverse l'éclairage au moment où l'infusoire est en 2; le nouvel équilibre est seulement réalisé en 3.

En réalité, loin d'être contraire à la théorie des tropismes, il en constitue un des meilleurs appuis : le tropisme est tellement marqué que, malgré les déviations imposées par l'organisation même de l'animal, celui-ci n'arrive pas à s'écarter d'une

certaine ligne générale, à s'affranchir de la force directrice : ce qui ressort nettement de la figure ci-jointe (fig. 26). De 1 à 2, l'infusoire suit la direction des rayons lumineux ; alors on renverse le sens des rayons : après une période de perturbations, l'animal reprend une direction parallèle, pour la suivre en sens inverse.

La figure 27 est relative, elle, à un rotifère : les phénomènes sont essentiellement les mêmes.

Fig. 27.

Perturbation et modification du chemin suivi par un rotifère, quand on vient à changer la direction du stimulant (d'après Jennings).

Il y a un facteur dont Jennings n'a pas tenu compte, c'est le facteur *temps*. Quand, pour une cause ou pour une autre, un animal se trouve engagé dans une direction autre que celle du tropisme, *il lui faut un certain temps* pour s'orienter dans la direction de l'excitant, et ce temps est d'autant plus long que le contraste entre les activités des deux moitiés, droite et gauche, du corps

est moins prononcé. S'il en était autrement, c'est-à-dire si l'orientation se faisait d'une façon instantanée et sur place, l'explication classique des tropismes se montrerait insuffisante : dans les tropismes purs, l'orientation est obtenue par un mouvement tournant (de manège) produit par l'inégale excitation des deux côtés du corps ; ce n'est que lorsqu'un certain arc de cercle a été décrit que l'animal a atteint sa position d'équilibre stable.

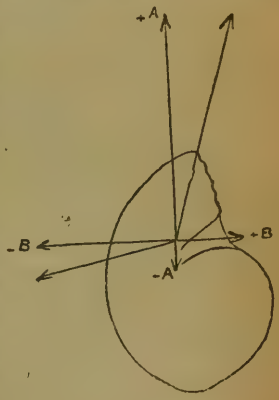

Fig. 28.

Schéma montrant les forces qui sollicitent le colpode. + A et + B, composantes du mouvement normal. — A et — B, composantes du mouvement de recul (d'après Fauré-Frémiet).

D'une façon générale, Jennings n'a pas poussé assez loin l'analyse des mouvements des organismes inférieurs ; comme il n'a pas tenu compte des phénomènes de sensibilité différentielle, il a été amené à parler d' « essais et erreurs ».

Récemment Emm. Fauré-Frémiet a indiqué dans une note de quelques pages la manière dont il faut aborder les problèmes du « comportement » des animaux unicellulaires. Ses observations ont porté sur les colpodes, animalcules très abondants dans les infusions de foin (fig. 28). Le corps est entiè-

rement revêtu de cils vibratiles, dont les battements en arrière tendent à entraîner l'animal en avant suivant la flèche + A, dont les battements en avant n'ont qu'un faible effet, — A, l'extrémité postérieure très large offrant une grande résistance au dépla-

Fig. 29.

Mouvement hélicoïdal d'un colpode (d'après Fauré-Frémiet)

cement dans l'eau. Dans la progression en avant, comme le corps a une courbure hélicoïdale, accentuée par la disposition du sillon ventral, la trajectoire, au lieu d'être rectiligne, est hélicoïdale (fig. 29). Mais il peut arriver que l'appareil vibratil qui garnit

Fig. 30.

Mouvement de manège du colpode (d'après Fauré-Frémiet).

le pourtour de la bouche soit en action en même temps que l'appareil ciliaire général ; alors il y a lieu de tenir compte d'une nouvelle force agissante (+ B ou — B), qui se combine avec + A ou — A ; le résultat de la combinaison est, ou (fig. 30) un mouvement de manège (+ A + B), ou un mouvement en diamètre de cercle (— A — B)

autour du centre de gravité de l'animal. Tout cela est fort bien analysé.

C'est à ce moment que j'introduis la notion de sensibilité différentielle. Cette sensibilité se manifeste par une tendance momentanée de l'organisme à renverser ses mouvements ciliaires. Dans le cas des colpodes, d'une part A est remplacée par — A, et il y a une tentative infructueuse de recul en arrière, — A étant annihilée, comme je l'ai dit, par la grande résistance que l'extrémité postérieure offre au déplacement en arrière ; d'autre part — B remplace B, ce qui détermine une rotation de l'animal sur lui-même, rotation qui peut atteindre suivant les cas : 90, 180, 360 degrés ; dans tous les cas, « lorsque le mouvement normal se rétablit, l'orientation de l'infusoire a varié et son mouvement l'entraîne dans une direction nouvelle, jusqu'à ce qu'une nouvelle excitation vienne déterminer une même série de phénomènes ».

Les mouvements de recul et de rotation sur eux-mêmes des infusoires ciliés se présentent ainsi comme des manifestations de la sensibilité différentielle. Or, dans les descriptions de Jennings, nous retrouvons constamment ces deux sortes de mouvements. L'infusoire qui subit une variation thermique, photique, chimique... recule, puis tourne sur lui-même, enfin repart dans une nouvelle direction. Si la rotation a été faible, cette direction coïncide presque avec la première, l'organisme ne tarde pas à subir de nouveau la même

variation que précédemment, et les mêmes phénomènes se répètent.

La répétition, toute une série de fois, des mêmes phénomènes de sensibilité différentielle, voilà ce que Jennings a appelé des essais et des erreurs. A cet égard, la figure ci-jointe (fig. 31) est des plus instructives. Il s'agit encore d'un infusoire, d'une *Oxytricha fallax* située dans une région d'une certaine température; l'animal s'étant avancé vers une région plus chaude recule, puis tourne sur lui-même, alors de nouveau il s'avance vers la région plus chaude, pour ensuite reculer et tourner...; par quatre fois l'infusoire a avancé, a reculé, a tourné sur lui-même; alors il se trouve orienté vis-à-vis de la région où la température est optima; vers elle, il va s'avancer maintenant en ligne droite.

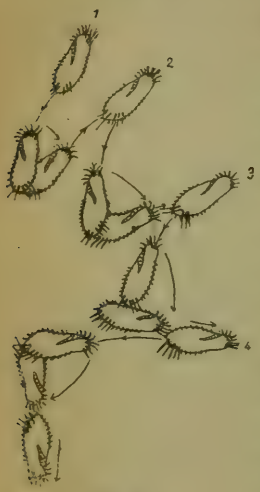

Fig. 31.

Prétendus essais et erreurs d'un infusoire (Oxytricha fallax). — La figure a été empruntée à Jennings, mais elle est interprétée ici d'une façon tout à fait différente (voir le texte).

Jennings a vu une analogie entre ces mouvements et ceux des singes qui cherchent les aliments dans une série de boîtes. Il y aurait la

même méthode de recherches aux deux extrémités du règne animal, la méthode des essais et erreurs !

En réalité, les mouvements des infusoires sont assujettis à quelques lois très simples, celles des tropismes et de la sensibilité différentielle. En tenant compte de ces lois, de la forme du corps, d'une certaine rythmicité dans l'activité de l'animal, on peut expliquer la marche sinueuse en zigzag et en apparence capricieuse des infusoires dans une goutte d'eau ; et il n'est nul besoin, comme on l'a fait souvent, guidé par des analogies trompeuses, d'invoquer l'intervention d'une volonté de la part de l'animal.

§ 3. — COMBINAISON DES IMPULSIONS MOTRICES CHEZ LES ANIMAUX AYANT LA STRUCTURE RAYONNÉE.

Jennings a observé les animaux unicellulaires avec une patience et une habileté telles que peu de personnes se trouvent capables de répéter ses observations. C'est sur ces animaux qu'il a d'abord établi la théorie des « essais et erreurs ». *L'infusoire ne s'oriente pas immédiatement et directement par rapport à l'excitant.* Le chemin suivi n'est pas rectiligne, et sa courbe présente souvent de nombreuses sinuosités ; en même temps que l'animalcule avance ou qu'il recule, ou bien entre des mouvements d'avance ou de recul, il effectue des *rotations*, des *oscillations* sur lui-même. Il se trouve que l'infusoire peut s'être avancé dans diverses

directions de l'espace avant de se placer dans la direction de l'excitant.

Nous touchons là au point essentiel de la théorie de Jennings : l'orientation des animaux par rapport aux forces du milieu extérieur (lumière, gravitation...) n'est pas primitive ; elle n'est que secondaire ; elle est en quelque sorte le résultat d'un apprentissage ; elle n'est obtenue qu'après un certain nombre d'essais et erreurs.

Cependant, nous venons de voir qu'on pouvait interpréter au moins un certain nombre de faits signalés par Jennings, en faisant intervenir une combinaison mécanique des tropismes et des phénomènes de sensibilité différentielle.

Or, Jennings ayant tenté d'appliquer la méthode des essais et erreurs à l'orientation d'animaux plus élevés en organisation que les animaux unicellulaires, tels que les vers, j'ai cherché moi-même à résoudre le problème de l'orientation chez les étoiles de mer, animaux à symétrie rayonnée chez lesquels on avait décrit le phototropisme, le géotropisme, et ainsi j'ai été conduit à rejeter la méthode des essais et erreurs, non seulement dans le cas de ces animaux, mais encore dans ceux des actinies, animaux plus simples, des mollusques et des crustacés, animaux plus compliqués. Les étoiles de mer semblent se comporter à la manière des infusoires décrits par Jennings. En général, l'étoile ne s'oriente pas directement par rapport à l'excitant : le chemin suivi n'est pas rectiligne, et sa courbe présente souvent de nombreuses sinuo-

sités; en même temps qu'elle progresse, ou sur place, elle effectue des rotations, des oscillations sur elle-même. Il se trouve que l'astérie peut s'être avancée dans diverses directions de l'espace avant de se placer dans la direction de l'excitant.

Je vois dans ces rotations et oscillations, les effets de la sensibilité différentielle, et non les « tâtonnements d'un apprentissage ». A cet égard, la comparaison des jeunes et des individus plus âgés a été des plus suggestives.

Si on considère de jeunes étoiles de mer, très actives, on les voit en général se diriger *directement* vers les surfaces d'ombre et de lumière, selon le signe du phototropisme; si l'animal est sollicité à la fois par deux surfaces agissantes, il se dirige non vers l'une ou vers l'autre, mais dans une direction intermédiaire. L'orientation est directe; l'être vivant est attiré sans qu'il puisse résister; les attractions se combinent d'après les lois de la mécanique : il y a *tropisme* au sens de Loeb.

Mais si on considère des étoiles de mer plus âgées, c'est en général tout autre chose : elles ne se dirigent *pas directement* vers la surface d'ombre à laquelle elles arrivent finalement. L'orientation n'est plus directe; il semble à première vue qu'elle se fasse par la méthode des essais et erreurs.

Si on adoptait cette dernière hypothèse, on arriverait à cette curieuse constatation : *l'animal s'orienterait directement quand il est jeune et procédrait par des essais et erreurs quand il est plus âgé* Or, ceci va contre les idées de Jennings : si

les tropismes étaient vraiment le résultat d'un apprentissage, de l'élimination d'une série d'erreurs, celles-ci devraient diminuer à mesure que l'animal avance en âge.

La figure ci-jointe (fig. 32) représente une série de chemins suivis par des étoiles de mer, recueil-

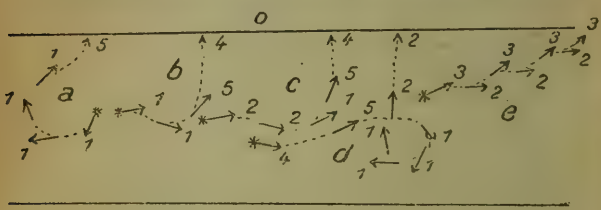

Fig. 32.

Divers chemins suivis par des étoiles de mer dans un couloir situé entre une paroi éclairée et une paroi sombre (*o*). Finalement tous les animaux se rendent contre la paroi sombre, mais cela après avoir effectué des rotations variées (les flèches indiquent à chaque instant la direction du déplacement, et les numéros le bras qui dirige en quelque sorte le mouvement).

lies sous des pierres, et placées brusquement dans un couloir éclairé, entre deux parois opposées, dont l'une très sombre *o*; c'est toujours à celle-ci qu'elles arrivent finalement. Suivant l'impulsion initiale, l'animal part dans telle ou telle direction, puis il s'éloigne et se rapproche alternativement de l'ombre, tournant en même temps sur lui-même ou changeant de bras directeur (les numéros indiquent le bras qui conduit). On voit que l'attraction par la surface d'ombre *se combine* avec des oscillations (une dans le cas de *a*, une et demie dans celui de *b*, de *c*, deux dans celui de *d*) qui résultent des

variations d'éclairement subies. Dans le cas de la figure *d*, l'étoile de mer, loin de s'orienter directement par rapport à la surface d'ombre *o*, n'arrive à cette orientation qu'après s'être placée successivement dans les diverses directions de l'espace. Jennings dirait qu'il y a là des « essais » successifs dans diverses directions. En réalité, il n'en est rien : l'être vivant est entraîné en *quelque sorte fatalement* par trois impulsions qui se combinent (comme les mouvements en mécanique) : 1° impulsion au moment initial, résultat de l'état immédiatement antérieur; 2° impulsion vers l'ombre (tropisme); 3° impulsion rotative ou oscillatoire (sensibilité différentielle); l'intensité de ces impulsions est variable suivant les contrastes d'éclairement et suivant l'état physiologique et le coefficient individuel: en tenant compte de l'état physiologique présent, du coefficient individuel, on peut apprécier en quelque sorte l'intensité de chaque impulsion et tracer à l'avance le chemin qui sera suivi dans des conditions déterminées : *on peut prévoir ce qui se passera ;* il semble que l'étoile de mer ne soit pas maîtresse de modifier sa marche, il y a là une sorte de précision astronomique; évidemment il suffirait d'introduire de nouvelles variables pour l'altérer.

Dans les sinuosités des chemins suivis, il ne fait pas voir un *affranchissement* de l'animal, qui pourrait ainsi s'écarter volontairement des « lignes de force du champ lumineux ». Ces sinuosités, loin d'être la marque d'un affranchissement de

l'animal, doivent être regardées au contraire comme la marque d'un nouvel assujettissement. *L'animal est assujetti, non seulement à marcher vers l'ombre, mais encore à tourner, à osciller sous l'influence d'une variation de l'éclairement.* L'animal qui décrit les courbes de la figure 32 ne « cherche » pas son chemin, il est entraîné par des forces auxquelles il ne peut résister : parfois l'étoile de mer fait déjà face à l'ombre, mais, le mouvement oscillatoire se poursuivant, elle est entraînée dans la direction opposée.

Ainsi l'impulsion phototropique n'est pas niable ; mais elle peut se combiner à d'autres impulsions : en particulier aux impulsions rotative et oscillante produites par les variations d'éclairement. *L'animal est esclave de ces diverses impulsions.* Nulle part, on ne peut soupçonner même une trace de « volonté » de la part de l'animal.

§ 4. — CONCLUSIONS.

On voit jusqu'où il est possible de pousser l'analyse de l'activité des animaux inférieurs, infusoires étoiles de mer, etc. Je n'ai donné là que quelques exemples particuliers ; j'aurais pu les multiplier ; je renvoie le lecteur que cela intéresserait aux mémoires spéciaux (Institut psychologique).

De toute cette étude, je tâcherai de dégager quelques conclusions générales.

L'animal est une sorte de machine *vivante* dont l'énergie musculaire est alimentée surtout par les

processus de nutrition. Les forces du milieu extérieur agissent sur lui de deux façons différentes, soit en dirigeant l'activité motrice de l'animal (c'est ce qui a lieu dans les tropismes), soit en déclanchant cette activité, en l'arrêtant, en la modifiant (c'est ce qui a lieu dans la sensibilité différentielle).

L'animal inférieur, très souvent, répond *d'une même façon* à la variation des *diverses* forces du milieu extérieur : une variation de l'éclairement, une variation de l'état chimique de l'eau, une variation thermique... peuvent produire le même effet. Cet effet est un recul de l'animal, plus souvent une tendance de celui-ci à tourner sur lui-même, tendance qui se réalise plus ou moins, et qui, combinée avec l'impulsion d'un tropisme, peut se manifester par des oscillations.

Les déplacements en ligne droite de certains animaux inférieurs, surtout des jeunes, peuvent s'expliquer par les tropismes. Quand l'organisme a une structure hélicoïdale, la ligne droite est remplacée par une hélice ayant pour axe cette droite. Les déplacements suivant des courbes sinueuses, des lignes en zigzag, en apparence « capricieux », peuvent s'expliquer le plus souvent par une combinaison purement mécanique des impulsions rectilignes des tropismes et des impulsions rotatives de la sensibilité différentielle, qui, elle, est variable suivant les diverses circonstances du milieu externe et du milieu interne.

Dans tous les cas, l'étude analytique de l'activité des animaux inférieurs conduit à rejeter l'inter-

vention d'une « volonté ». Pendant longtemps, jusqu'à Loeb, ce mot a été une explication suffisante, et a dispensé les observateurs de toute analyse expérimentale.

Très souvent l'activité des animaux inférieurs est assujettie aux forces du milieu extérieur, chacune de ces forces agissant pour son compte.

CHAPITRE XVII

Action des stimulants associés chez les animaux inférieurs.

Avant d'aller plus loin, je tiens à donner, en quelques mots, les caractéristiques essentielles des phénomènes que nous avons passé en revue dans les chapitres précédents, à savoir : les tropismes, les manifestations de la sensibilité différentielle, l'intervention des divers rythmes vitaux.

Dans le *tropisme*, l'animal se déplace en conservant constamment la position pour laquelle les deux moitiés symétriques du corps reçoivent la même excitation de la part d'une des forces du milieu extérieur; au début, il tourne jusqu'à ce que cette position soit atteinte; suivant les cas, il fait face à l'excitant ou regarde en sens inverse.

Souvent il se produit une perturbation momentanée du tropisme : elle doit être considérée comme une réponse à la variation de la force agissante, comme un phénomène de *sensibilité différentielle ;* dans ce phénomène, l'animal tend,

en général, à tourner de 180 degrés sur lui-même, de manière à faire volte-face.

Dans le cas de la sensibilité différentielle comme dans celui du tropisme, l'animal se comporte comme un automate, entraîné par des impulsions auxquelles il ne résiste pas; l'impulsion du tropisme et celle de la sensibilité différentielle peuvent se combiner suivant les règles de la mécanique; d'ailleurs, le tropisme et la sensibilité différentielle sont soumis à des lois assez simples et d'une application très générale; leur caractère mécanique apparaît donc nettement.

Dans le tropisme et dans la sensibilité différentielle, tout se passe comme si la volonté n'intervenait pas et comme s'il n'y avait aucune perception lointaine des objets.

Nous avons écarté les diverses interprétations anthropomorphiques. Avant Loeb, on expliquait les attractions des tropismes en faisant intervenir le *jugement* de l'animal, ses *préférences* (amour de la lumière). Jennings, en présence des oscillations qui résultent de la superposition de la sensibilité différentielle aux tropismes, a parlé d'*essais et erreurs*. Mais Piéron a battu le record de l'anthropomorphisme en invoquant, dans les cas de l'intervention des rythmes vitaux, une prétendue *faculte de prévoir l'avenir*.

Je rejette toutes ces interprétations; je ne vois rien de psychique dans tous ces phénomènes.

Dans les tropismes, dans les phénomènes de

sensibilité différentielle, les divers stimulants du milieu extérieur agissent comme *s'ils étaient isolés;* chacun d'eux est susceptible de déterminer une certaine série de mouvements; quand ils agissent simultanément, rien n'est changé quant à l'action de chacun d'eux, et les mouvements se combinent entre eux d'après les règles de la mécanique.

Mais, dans d'autres cas que ceux envisagés jusqu'ici, il peut arriver qu'à des associations déterminées de certains stimulants correspondent des séries déterminées de mouvements. L'animal n'obéit plus directement aux forces du milieu extérieur, mais bien à des états spéciaux du système de coordination motrice (système nerveux) provoqués par des complexes spéciaux d'excitants externes. On parle alors d'*association de sensations*, de « mémoire associative », et on est autorisé à se servir du mot « psychisme ».

Chez les animaux inférieurs, où les tropismes et les phénomènes de sensibilité différentielle sont souvent au premier plan de l'activité locomotrice, y a-t-il une incapacité absolue à former des associations?

Je ne parlerai pas ici des animaux unicellulaires qui n'ont pas de système nerveux, mais qui ont peut-être quelque chose d'équivalent, et qui se prêtent fort mal à une analyse expérimentale. Mais on peut chercher une réponse à la question en ce qui concerne les polypes, les vers, les mollusques.

Ici, encore, il importe de faire intervenir le facteur *temps*. La formation des associations envi-

sagées se traduit par la formation d'habitudes nouvelles. Du fait que chez un animal inférieur on ne voit pas se former telle habitude nouvelle dans le cours d'une expérience, on ne peut pas conclure qu'il est impossible que cette habitude se forme ; la durée de l'expérience peut avoir été insuffisante. Mais s'il est parfois difficile de réaliser soi-même des expériences de très longue durée, il faut remarquer que ces expériences sont exécutées par la nature elle-même : le littoral marin, par exemple, avec les conditions si variées réalisées dans les divers habitats, est un vaste champ d'expériences, qui a été bien exploré dans ces dernières années par ceux qui ont pratiqué la méthode éthologique. Or, précisément, cette méthode permet de se rendre compte que, chez les animaux inférieurs, il est beaucoup d'habitudes qui ne se forment pas ; ce sont précisément les habitudes qui découlent d'une mémoire associative déjà un peu complexe.

Chez les animaux inférieurs, polypes..., vers, mollusques, on observe seulement les manifestations d'une mémoire associative *rudimentaire*. « Rudimentaire », cela se comprend aisément. *La mémoire associative a besoin d'éléments pour ses combinaisons ;* plus les éléments, c'est-à-dire les sensations, sont variés, plus les combinaisons peuvent être nombreuses et complexes. Or, chez lesdits animaux inférieurs, les sensations paraissent peu variées : des stimulants très divers, tels que la lumière, la concentration saline..., peuvent agir de la même façon sur l'organisme, par exemple

en soustrayant de l'eau à sa matière vivante; chez les animaux inférieurs, il y a surtout des sensations purement chimiques, qui doivent se ressembler beaucoup les unes les autres. En général, chez ces animaux, les associations se forment avec quelques éléments, toujours les mêmes; leurs manifestations restent plus ou moins masquées par les divers autres modes de l'activité. Ces manifestations sont d'ailleurs encore mal connues. Je citerai seulement quelques exemples empruntés à mes recherches personnelles.

Les anémones de mer répondent à une foule d'excitations du milieu extérieur, qui sont nocives pour elles, en rétractant leurs tentacules, en englobant ceux-ci dans un repli de la paroi du corps, en se fermant, en un mot. Les *Anthea cereus* ou orties cendrées vivent fixées par leur pied sur ces herbes flottantes appelées zostères, dont les feuilles allongées en très longues lanières (vulgairement varech) flottent dans l'eau; à mer basse, ces herbes s'étalent à la surface de l'eau, formant de vastes prairies marines; à mer haute, secouées par les vagues, elles s'enchevêtrent de multiples façons. A ce moment, les pieds des *Anthea* adhèrent plus étroitement aux feuilles, et les tentacules se rétractent, l'animal prenant une forme globuleuse. Ceci se produit dans la nature, dans les conditions suivantes : sous une épaisse couche d'eau, dans de l'eau agitée et pure, fixation sur des lanières flottantes. La cause principale de la fermeture de l'anémone est l'agitation de l'eau; des causes acces-

soires, qui renforcent l'action de la première, mais *qui ne seraient pas suffisantes par elles-mêmes*, sont la pression de l'eau et son état de pureté. Dans la nature, les choses se passent de telle sorte que ces trois causes se trouvent le plus souvent associées. L'association est si parfaite qu'il arrive que la cause principale peut disparaître, et qu'alors les deux causes associées suffisent à produire la fermeture. En plaçant, dans un aquarium, sous une épaisse couche d'eau pure, des feuilles de zostère, couvertes d'*Anthea*, j'ai constaté parfois la fermeture de ces polypes en milieu calme.

Ici, les choses sont, somme toute, assez simples, car il y a un concours de facteurs qui agissent tous dans le même sens : le principal peut disparaître, les autres le suppléent en quelque sorte. Dans d'autres cas, des tropismes ou des phénomènes de sensibilité différentielle se trouvent modifiés par le fait de la superposition d'un phénomène associatif.

Chez les littorines, ces sortes de petits escargots qui vivent sur les rochers du littoral, le phototropisme joue un rôle important dans la vie de l'animal : celui-ci se laisse guider par l'éclairement de ses yeux; il prend les positions pour lesquelles les deux yeux sont également éclairés; en un mot, il est assujetti à un tropisme; mais, il faut remarquer qu'en un point quelconque de l'espace il y a deux positions possibles pour l'animal : ou bien celui-ci peut faire face à la lumière (phototropisme positif), ou bien faire face à l'obscurité (phototropisme

négatif); en un mot, sur la même direction (par exemple celle des rayons lumineux), il peut se placer dans un sens ou dans le sens opposé. Dans un tropisme, il peut y avoir deux possibilités motrices; c'est alors que peut intervenir un phénomène associatif. Par exemple, la littorine, placée sur le sable, gagne rapidement les surfaces sombres des rochers voisins, dans les fissures desquels elle trouve un abri contre les flots de la mer montante; la même littorine, transportée au plafond d'une cavité rocheuse, où les flots vont s'engouffrer, en sort, en rampant, dans une position renversée; le signe du tropisme est inversé de ce qu'il était tout à l'heure. Dans les réactions vis-à-vis de la lumière, il y a lieu de tenir compte de la position de l'animal dans l'espace: quand le mollusque rampe, la coquille dirigée vers le haut, le tropisme est négatif; quand il rampe, la coquille dirigée vers le bas, le tropisme est positif. Ceci, bien entendu, n'est applicable que dans l'exemple particulier considéré, et c'est précisément ce qui me fait dire qu'intervient ici un phénomène associatif.

J'ai parlé, plus haut, de la sensibilité différentielle de ces sangsues marines ou branchellions qui, lorsqu'elles sont fixées par la ventouse postérieure sur des parois solides, redressent tout le corps au passage d'une ombre quelconque, au passage d'un poisson par conséquent; ainsi peut se faire la fixation. Or, une fois les branchellions fixés sur les torpilles, la sensibilité différentielle se trouve extrêmement affaiblie ou même annulée : j'ai vu

là, également, l'intervention d'un phénomène associatif.

Dans les cas cités, il y a superposition de deux phénomènes, et il n'en résulte pour le tropisme, la sensibilité différentielle, qu'un changement de signe ou qu'un affaiblissement.

D'une façon générale, chez les animaux inférieurs, les phénomènes associatifs n'arrivent pas à prendre une prédominance marquée sur les tropismes et les phénomènes de sensibilité différentielle. Mais, ils sont plus accusés cependant dans le cas des animaux qui se fixent sur un support matériel.

Déjà, chez les animaux unicellulaires, Holmes a remarqué que chez les infusoires qui, comme les *Loxophyllum*, vivent au contact des corps solides les réactions sont plus compliquées que chez ceux qui, comme les paramécies, nagent librement. Chez les animaux munis d'un système nerveux, le support fournit à l'organisme des éléments pour les combinaisons associatives, qui par conséquent sont plus complexes et variées.

Je citerai ici l'exemple très remarquable des patelles (fig. 33), mollusques munis de coquilles en forme de dôme conique et qui vivent fixés sur les rochers littoraux. Sur un rocher, chaque individu occupe une place déterminée : il s'est creusé (par l'action d'un suc sécrété) une sorte de petite niche, peu profonde, dont le fond est lisse et dont les contours sont sensiblement ceux des bords de la coquille.

C'est un fait reconnu par de nombreux observateurs que l'animal, après avoir erré sur le rocher à la recherche de sa nourriture, revient toujours à la place qu'il occupait. Il y a là un cas très intéressant de retour au gîte chez un animal inférieur; depuis quelques années, j'ai fait des observations assez suivies à ce sujet : elles sont encore inédites. Voici l'une des conclusions auxquelles je suis arrivé. Si on place une patelle sur un rocher, elle se met à errer à sa surface, allant un peu au hasard dans toutes les directions, s'arrêtant souvent pour rebrousser chemin lorsqu'elle rencontre une arête séparant deux faces d'inclinaison différente (c'est là de la sensibilité différentielle), tendant à s'arrêter lorsqu'elle rencontre une portion lisse de la surface, et s'y arrêtant si elle est suffisamment grande et si elle a sensiblement la même inclinaison que celle sur laquelle elle est fixée d'habitude. Il y a comme un souvenir de la position dans l'espace, et ce qui semble le prouver, c'est que si, sur deux rochers éloignés, on choisit deux patelles orientées de même dans l'espace, ces deux individus, après permutation entre eux, continuent à se comporter comme auparavant. Il y a

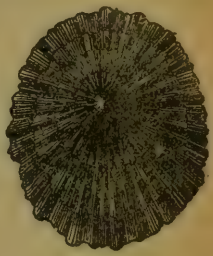

Fig. 33.

Patelle. — Mollusque vivant fixé sur les rochers du littoral; chaque individu occupe une place déterminée, à laquelle il revient après avoir été à la recherche de sa nourriture.

dans ce souvenir de la position sur un support un phénomène associatif : les impressions simultanées produites par un certain contact et par la position dans une certaine direction déclanchent les mécanismes de l'arrêt.

Dans le même ordre d'idées, mon élève Van der Ghinst a fait des observations fort intéressantes sur des animaux beaucoup plus inférieurs, les anémones de mer. Les *Actinia equina*, c'est-à-dire les anémones les plus communes sur nos côtes, sont fixées sur les rochers dans toutes les orientations possibles, les unes dans la position debout, les autres à la face inférieure des rochers dans la position renversée; placées en aquarium, entre deux plaques de verre, elles tendent manifestement à reprendre la position qu'elles avaient dans la nature, et cela même après vingt-quatre, quarante-huit heures; si on les astreint à une position différente, elles perdent l'habitude première, pour bientôt en reprendre une autre.

Les anémones, les patelles paraissent connaître en quelque sorte la place qu'elles occupent. Mais, d'une façon générale, tout se passe *comme si* les animaux inférieurs ne connaissaient pas les objets qui les entourent; ces animaux, tout en restant assujettis aux forces générales du milieu extérieur, telles que la lumière, la pesanteur, sont influencés dans leurs déplacements par les contours des objets, des substances chimiques... Mais chez les animaux plus élevés en organisation, articulés ou vertébrés, une révolution organique, le

perfectionnement de l'appareil visuel, va entraîner une révolution psychique : les animaux se comporteront *comme s'ils* connaissaient les objets du milieu extérieur, ils vont pouvoir acquérir plus ou moins rapidement des habitudes en rapport avec l'environnement.

LIVRE IV

L'ACQUISITION DES HABITUDES

CHAPITRE XVIII

La Vision.

Il suffit de placer des crustacés, des insectes, des poissons, des amphibiens dans un milieu limité (aquarium, vivarium) présentant une *disposition invariable des divers objets*, pour que, au bout d'un temps relativement court (quelques heures, quelques jours, quelques semaines, au maximum) ces animaux aient pris des habitudes en rapport avec l'environnement. Or, il m'est arrivé, *fréquemment*, de conserver, *pendant des mois*, des mollusques, des vers, des polypes en aquarium, en maintenant invariable la disposition des objets (surfaces éclairantes, écrans, cailloux...) sans que j'observe rien de pareil.

Tandis que les actes des articulés et des verté-

brés peuvent souvent être interprétés comme si ces animaux connaissaient les divers objets qui les entourent, les actes des animaux moins élevés en organisation ont lieu comme si ces animaux ne connaissaient pas les divers objets qui les environnent. Il y a là une opposition frappante dans la manière de se comporter.

J'ai déjà montré qu'il ne s'agit pas simplement d'une différence dans les temps nécessaires pour l'acquisition des habitudes nouvelles.

Le contraste s'explique facilement quand on considère que chez les animaux inférieurs les éléments qui peuvent entrer dans des combinaisons associatives, c'est-à-dire les sensations, sont peu nombreux et peu variés; les phénomènes associatifs sont encore rudimentaires et n'arrivent pas à prendre la prédominance sur les tropismes et les phénomènes de sensibilité différentielle.

Tout à coup, au cours de l'évolution, l'œil s'est perfectionné considérablement, et s'est mis à fournir des matériaux variés pour les combinaisons associatives. Il en est résulté des *actes nouveaux* qui sont venus plus ou moins masquer les tropismes et les phénomènes de sensibilité différentielle.

Chez les articulés, chez les vertébrés, l'œil, dont Uexküll a dit qu'il est « un organe de réception qui domine tout », a subi, en effet, une transformation, un perfectionnement considérable ; il est devenu un appareil dans lequel se formentdéjà

des images optiques assez nettes des objets environnants.

Chez les articulés, crustacés et insectes, la surface de l'œil est convexe et forme parfois presque une sphère entière; elle est toute couverte de petites facettes, qui se trouvent dirigées ainsi dans de multiples directions de l'espace. En présence d'un ensemble d'objets diversement éclairés, on voit se former sur cette surface de petites taches de lumière et d'ombre ayant une distribution particulière.

Dans cette réception perfectionnée de la lumière, il faut chercher le point de départ de toute une activité *nouvelle*, mais qui cependant a été confondue par beaucoup d'auteurs, Nuel, entre autres, avec celle des tropismes ou de la sensibilité différentielle.

Pour Nuel, l'auteur du livre : *la Vision*, la plupart des phénomènes présentés par les invertébrés et rangés sous cette rubrique ne sont que des tropismes (héliotropies) ou des phénomènes de sensibilité différentielle (il dit : réactions aux variations de l'éclairage). Chez les articulés cependant, il existerait un mode de réactions qu'on ne trouverait pas chez les animaux plus inférieurs; il le qualifie par le terme de « moto-réactions », mais il cherche à le faire rentrer dans la catégorie de la sensibilité différentielle.

Voici son raisonnement : un crustacé, un insecte réagit vis-à-vis d'un objet en mouvement. Cet objet peut se déplacer de deux manières différentes par

rapport à l'animal : latéralement, ou bien suivant l'axe longitudinal de cet animal ; dans le premier cas, certains éléments rétiniens s'éclairent, tandis que d'autres s'obscurcissent ; dans le second, si, par exemple, l'objet supposé lumineux s'approche de l'animal en lui faisant constamment face, de nouveaux éléments s'éclairent constamment, l'image rétinienne s'agrandissant avec le rapprochement. Pour Nuel, c'est dans les deux cas une « réaction à une variation de l'éclairage ». Nuel ne fait pas précisément une distinction qui me paraît très importante : dans les phénomènes de sensibilité différentielle pure, il y a une variation d'intensité de l'éclairement général de l'œil ; dans le cas des « moto-réactions », il y a un changement dans la distribution des taches d'ombre et de lumière à la surface de l'œil. Dans ce second cas, le phénomène est beaucoup plus complexe : il implique des connexions compliquées entre les divers points de la rétine et les divers points des centres nerveux, et, par suite, des phénomènes associatifs. Nuel semble d'ailleurs s'en rendre compte à un certain moment de son exposé (p. 81).

Le fait que l'animal réagit de façons diverses vis-à-vis des diverses distributions des taches d'ombre à la surface de la rétine, voilà précisément une supériorité de l'animal articulé vis-à-vis de la plupart des animaux plus inférieurs. C'est ce fait que j'exprime en disant que l'animal réagit aux images des divers objets ; évidemment, je ne veux pas dire par là que l'articulé voit les

objets comme nous les voyons, que telle tache d'ombre portée sur la rétine par un objet évoque la représentation psychique de l'objet; je n'ai nullement l'intention d'appliquer la théorie de la perception à la mouche, à l'abeille ou à la fourmi. Nuel s'effraie à la pensée que l'on pourrait dire que ces insectes « voient ». Le danger ne me paraît pas si grand que cela ; pour l'éviter, il suffit d'avoir soin de déclarer qu'on retire à ce mot « vision » la signification qu'il a dans le domaine de la conscience, et qu'on n'entend pas parler du sens des formes.

Nuel s'élève vivement contre Wasmann, qui a exagéré, lui, dans le sens contraire. Cet auteur attribue, en effet, aux fourmis de l'acuité visuelle et la vision des formes. Quand un objet ou un animal menaçant se présente plusieurs fois de suite à sa vue, la fourmi cesse de réagir. Wasmann dit que, non seulement la fourmi « voit » les détails de l'objet, mais qu'elle finit par ne plus « craindre » le doigt, car elle « reconnaît » l'inutilité de ses efforts et la « non-nocuité » de l'objet; aussi elle « renonce » à ses « menaces » et à l'attaque. Wasmann conclut également à une « acuité visuelle » assez développée chez les fourmis, en se basant sur l'observation de certains faits de ressemblance protectrice, de mimétisme des formes : ainsi certains coléoptères, admis dans les fourmilières, revêtent à un haut degré la forme de leurs hôtes. C'est là un argument de faible valeur, et Nuel a raison de protester. Mais il a tort de réduire

l'importance des réceptions oculaires chez les insectes, les myriapodes, les araignées : chez ces animaux, il n'y aurait le plus souvent que de « vagues réactions à des variations de l'éclairage ». Pourtant, il y a déjà une complexité assez grande dans le fait suivant : une mouche s'envole à droite lorsqu'on approche d'elle un corps à gauche ; elle s'envole à gauche, si on approche un objet à droite. Une limace ne se comporterait pas de même.

Les considérations développées par le Dr Nuel, dans son livre, sont plutôt d'ordre négatif. Heureusement, la question de la vision, grâce aux travaux récents de Ràdl et de Cole, vient d'entrer dans une voie nouvelle.

Des observations assez nombreuses montrent que les crustacés et les insectes, comme les vertébrés, peuvent en quelque sorte fixer du regard les objets environnants, aussi bien les points sombres dans un champ éclairé que les points lumineux dans un champ sombre. Des crabes, en présence de deux fenêtres, peuvent regarder l'une ou l'autre. Des crevettes s'orientent plus ou moins facilement vis-à-vis de baguettes noires et se précipitent même sur elles.

On doit à Ràdl une expérience très curieuse. Une mouche *Laphria*, placée sur un support tournant, tourne quand elle fixe un objet environnant, à condition toutefois que la rotation ne soit pas trop rapide. Une coccinelle se comporte de même. Tout le monde peut répéter aisément l'expérience. On

prend un cylindre de verre de 30 centimètres de diamètre, ouvert à ses deux extrémités et tournant autour de son axe longitudinal, avec la vitesse d'un tour en trois à cinq secondes ; à la face interne, on a collé des bandes longitudinales de papier noir et de papier blanc ; au milieu du cylindre se trouve, sur un support élevé, un petit cristallisoir qui reste ainsi immobile quand le cylindre tourne. Dans le cristallisoir, on place une coccinelle ; dès que le cylindre se met à tourner, la coccinelle, si elle était déjà en marche, se met à tourner dans le même sens que le cylindre. Ainsi l'insecte suit un mouvement tournant. Les poissons, d'ailleurs, réagissent d'une façon analogue : après quelques mouvements oscillatoires, ils se mettent à nager en rond dans le même sens que le cylindre.

A propos de ces expériences, Rádl, à qui on doit une théorie purement physique du phototropisme (1903), non adoptée d'ailleurs, se livre à des considérations sur le phototropisme et la vision. Il cherche à montrer que la vision n'est qu'un cas perfectionné du phototropisme. L'homme ne serait supérieur, à ce point de vue, aux animaux inférieurs que parce qu'il peut faire un choix entre les objets à fixer ; mais il ressemblerait aux animaux inférieurs, parce qu'il est forcé de fixer un point quelconque de l'espace, et, sous ce rapport, il se comporterait comme un organisme inférieur réagissant phototropiquement.

Ces considérations résultent d'une mauvaise compréhension du phototropisme, que l'on considère

souvent comme une sorte de marche à l'Étoile ; dans le phototropisme vrai, l'animal peut fort bien n'être dirigé vers aucun point lumineux : il prend simplement la direction pour laquelle les deux yeux, qui reçoivent la lumière réfléchie par tous les objets environnants, ont un éclairement aussi égal que possible.

Dans le phototropisme, il y a à considérer l'égal ou l'inégal éclairement des deux yeux; dans la vision, il y a à considérer la distribution topographique des taches d'ombre et de lumière à la surface de l'œil. Ce sont là deux mécanismes différents pour l'orientation de l'animal; suivant les circonstances, l'un ou l'autre prédomine.

Dans le phototropisme, un seul chemin est possible; dans la vision, il y a forcément un « choix », l'animal étant sollicité par plusieurs objets à la fois. C'est là, précisément, l'idée directrice de l'Américain L. J. Cole (1907).

Sa méthode est la suivante. L'animal est placé sur une petite plate-forme, à égale distance de deux sources de lumière d'intensité égale, mais de surface inégale : un point lumineux d'une part, un carré lumineux de 41 centimètres d'autre part. Il y aurait vision quand l'animal se dirige plutôt vers une source que vers l'autre. L'auteur a opéré sur douze espèces; sur des vers, des planaires, des mollusques, des crustacés, des larves d'insectes, des insectes, des grenouilles. L'escargot et la limace n'ont donné que des résultats inconstants. Parmi les autres, seuls la vanesse, la ranâtre, le

grillon et la grenouille se sont dirigés vers l'une des sources : ainsi, la vanesse, exposée à l'influence simultanée des deux lumières, s'est dirigée 87 fois sur 100 vers la source lumineuse la plus étendue. Cole conclut que beaucoup d'insectes ont, comme les vertébrés, la vision des objets, et celle-ci serait un phénomène distinct du phototropisme. Chez le grillon, il a su, d'ailleurs, dissocier les deux phénomènes : après section des nerfs optiques, seul le phototropisme a persisté. Toutefois il semble y avoir une relation entre la vision et le phototropisme : les insectes qui se sont comportés différemment vis-à-vis des deux lumières ont un phototropisme positif, tandis que les blattes, et autres animaux, qui ont un phototropisme négatif, se comportent comme s'ils ne voyaient pas les objets.

J'adopterai la conclusion de Cole, à savoir que beaucoup d'articulés ont, comme les vertébrés, la vision des objets. Or, c'est précisément avec les articulés que l'association des sensations commence à jouer un rôle important dans l'activité animale, que le « psychisme » se développe.

Je prends le mot « psychisme » au sens de Loeb. Pour l'illustre biologiste, le critérium du psychisme est la « mémoire associative » ; il y a *psychisme*, ai-je dit, lorsque l'acte de l'animal résulte de l'association entre les impressions actuelles ayant leur point de départ dans divers points de la surface du corps et des impressions passées. J'ai choisi ce critère, comme précieux dans l'étude objective des

phénomènes, et pour l'analyse expérimentale des actes des animaux.

C'est le moment de rappeler que beaucoup de philosophes sont arrivés à la conclusion que la faculté de connaître ne se développe que quand les diverses sensations, tactiles, musculaires, etc., s'associent entre elles et avec les sensations optiques, et que les psychologues anglais ont fait jouer un rôle important à l'association des diverses sensations dans la formation de l'intelligence.

Dès 1709, Berkeley, dans son *Essay of vision*, cherchait à expliquer l'origine de la notion d'espace en nous par la fusion graduelle des sensations visuelles et tactiles, actuelles ou conservées par la mémoire, fusion opérée par l'exercice et l'habitude. Ensuite David Hume (1739-1749) posa ce principe fondamental que nos représentations ne sont pas des données *a priori*, mais dérivent des sensations, et peu après David Hartley chercha à expliquer les phénomènes psychiques complexes, même les pensées et les sentiments les plus élevés, par l'association des sensations et des représentations simples. D'après certains psychologues modernes, c'est là le point de départ d'une psychologie, qui, au lieu de chercher des lois ou des rapports métaphysiques, s'en tient purement à l'expérience et se contente du concours de la physiologie; la théorie associationniste de Hartley constituerait la première tentative d'explication scientifique des phénomènes psychologiques complexes. Les idées des associationnistes anglais

passèrent en France, où elles prirent un caractère métaphysique; exagérées par Condillac, qui soutient que tous les phénomènes de la conscience dérivent des sensations qu'elle reçoit passivement, elles furent le point de départ de la philosophie dite *sensualiste*, qui se substitua peu à peu au cartésianisme.

Loin de moi est la pensée de prendre part aux discussions qu'ont soutenu entre eux les philosophes; mon but est plus modeste : c'est d'étudier d'une façon objective les phénomènes associatifs chez les animaux. Avant d'aborder cette étude, je tiens cependant à insister à nouveau sur l'importance des éléments visuels dans la formation des associations, dans la formation des habitudes. L'« intelligence » des animaux serait une « intelligence visuelle ». Il en serait de même, d'ailleurs, de l'intelligence de l'homme. Le Dantec fait observer que « nous arrivons à ne plus considérer comme connu, dans le monde qui nous entoure, que ce que nous étudions au moyen de notre sens de la vision des formes; nous renonçons à toutes les autres notions directes que nous donnent nos autres sens ». Bien entendu, je ne conclus pas à l'identité de l'intelligence des animaux et de celle de l'homme.

Nous revenons, là, à une vieille idée qui était particulièrement chère aux Grecs. Les Grecs considéraient l'intelligence comme une sorte de lumière intérieure, et, souvent même, comme un reflet de la lumière extérieure sur notre âme. Le

mot que nous trouvons à l'origine de la langue grecque, dans Homère, pour désigner l'homme, c'est le mot lumière, φως. Pour les Grecs, l'organe de la vue est le premier des sens. Cet organe, les dieux l'auraient formé avec complaisance et avant tous les autres; ils auraient répandu dans toute la nature la lumière, c'est-à-dire une sorte de feu qui ne brûle pas; ils en auraient enfermé en dedans de nous une partie qui trouve son issue par les yeux, et, passant à travers le fin tissu de la prunelle comme à travers un tamis qui l'épure, va rejoindre la lumière du dehors et nous donne ainsi toutes les sensations de la vue[1]. Ainsi disait Platon.

1. Edouard Bohn : *L'Ame humaine dans l'histoire.* Revue des cours littéraires, 1864.

CHAPITRE XIX

Recherches expérimentales sur l'acquisition des habitudes.

Le grand mérite du psychologue américain, Yerkes, est d'avoir institué des expériences méthodiques sur les processus d'association chez les animaux : ses deux mémoires (1903) ont porté sur des êtres déjà assez élevés en organisation : la grenouille verte et l'écrevisse.

Je commencerai par parler des résultats obtenus avec la grenouille parce que la part des différentes sensations dans les processus associatifs y apparaît d'une façon particulièrement nette.

Chez la grenouille verte, les associations nouvelles se forment beaucoup plus lentement que chez les autres vertébrés, et il y a des habitudes *individuelles* fort tenaces : telle grenouille saute en arrière quand on l'effraie, telle autre a son coin préféré, auquel elle revient toujours.

Pour évaluer la rapidité à apprendre chez la grenouille, Yerkes a essayé de deux procédés :

celui d'une boîte percée d'une ouverture par laquelle l'animal peut s'échapper, et celui du labyrinthe.

Premier procédé (fig. 34). — Une boîte présente une ouverture de 10 centimètres de large sur 15 de haut; une glace, de 10 centimètres carrés, ferme la partie inférieure, en sorte que la grenouille ne peut s'échapper que par la fente de 5 centimètres de haut qui la surmonte. Après avoir buté un certain nombre de fois contre la glace, la grenouille finit par s'échapper; on la replace dans la boîte, et les choses recommencent, et ainsi de suite... Six essais successifs, à cinq minutes d'intervalle, ont donné pour la durée de la sortie les nombres suivants :

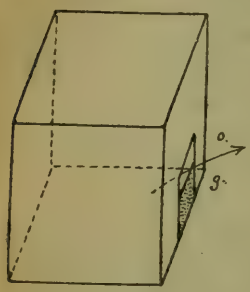

Fig. 34.

Boîte munie d'une ouverture en partie fermée par une glace, et où l'on place une grenouille. Celle-ci tend à s'échapper et vient buter un certain nombre de fois contre la glace.

$5^m,42$, $2^m,40$, $1^m,22$, $4^m,35$, $2^m,38$, $3^m,16$.

On voit d'après ces chiffres que le batracien ne forme pas rapidement une association qui l'aiderait à s'échapper ; *il saute vers la lumière*, mais n'apprend pas qu'il y a une glace qui doit être évitée.

Deuxième procédé (fig. 35). — La grenouille,

en sortant d'une petite boîte (E) où elle est mal à son aise, se trouve vis-à-vis de l'entrée de deux passages, l'un à droite (R), aux parois revêtues de rouge, l'autre à gauche (B), aux parois revêtues de blanc; elle s'engage dans le passage de droite entre les parois rouges, mais ce passage est fermé à son extrémité, et l'animal doit revenir en arrière, pour s'engager dans l'autre passage ; à la sortie, il

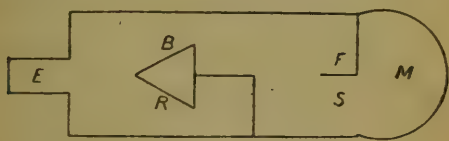

Fig. 35.

Labyrinthe pour l'étude de l'acquisition des habitudes chez la grenouille (Yerkes). — L'animal, qui s'échappe de F, doit passer par B et non par R, puis par S et non par F.

doit choisir encore : en tournant à droite (S), il arrive enfin dans une petite mare (M), qui constitue pour lui un habitat familier et confortable.

Yerkes pense que le « motif psychologique » qui pousse la grenouille à parcourir le labyrinthe est précisément le désir de retrouver cet habitat ; toutefois ce motif ne paraît pas très puissant et il s'exerce inégalement suivant les circonstances : le batracien reste souvent en chemin; aussi Yerkes a renoncé à noter le temps que l'animal met pour parcourir le chemin qui lui est imposé ; il note seulement la proportion des erreurs à l'entrée et à la sortie.

Les expériences étaient faites par série de dix; jamais il n'y a eu plus d'une série par jour. Au bout de cent expériences, en général, la grenouille cessait de commettre des erreurs à l'entrée et à la sortie. On voit donc que l'habitude se forme lentement.

Une fois l'habitude acquise, Yerkes a changé les conditions ; par exemple, il les a renversées à l'entrée ou à la sortie; au lieu de la combinaison habituelle :

Rouge à droite — Blanc à gauche,

il a adopté la nouvelle combinaison :

Blanc à droite — Rouge à gauche,

et immédiatement après, il s'est produit à l'entrée 50 p. 100 d'erreurs ; des résultats analogues ont été obtenus en fermant le couloir de gauche, au lieu du couloir de droite.

La part des différentes sensations dans les processus associatifs de la grenouille apparaît ainsi ; il ressort nettement des expériences de Yerkes que les facteurs les plus importants de l'association sont les sensations visuelles (provoquées par les couleurs, les ombres, les contrastes d'éclairement d'une façon générale) et les sensations musculaires (provoquées par les mouvements à droite, à gauche, par les mouvements tournants d'une façon générale).

Yerkes a observé incidemment une très curieuse association. Pour stimuler le batracien, il avait disposé sur le plancher de chaque couloir des

séries de fils électriques, qui permettaient d'envoyer des décharges dans le corps de l'animal, quand celui-ci s'engageait dans le couloir fermé ; sous l'influence de la secousse, la grenouille prenait l'habitude de rebrousser chemin, et, au bout d'un certain temps, il lui suffisait même de toucher le fil : une association s'était produite entre la sensation déterminée par l'attouchement du fil et celle provoquée par la secousse électrique.

D'une façon générale, une association nouvellement formée dure en moyenne un mois.

Voyons maintenant les résultats obtenus avec l'écrevisse par le même auteur associé à G.-E. Huggins.

Le procédé employé a été celui du labyrinthe On a choisi celui-ci aussi simple que possible (fig. 36). Une boîte plongée dans l'eau présente à une de ses extrémités une annexe : petite chambre triangulaire (E) communiquant avec l'intérieur de la boîte par un seul orifice; à l'autre extrémité se trouvent deux petits couloirs (F et S) de sortie : une glace ferme l'un d'eux (F). Une écrevisse est placée cinq minutes hors de l'eau, puis dans le compartiment

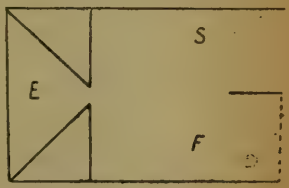

Fig. 36.

Labyrinthe pour l'étude de l'acquisition des habitudes chez l'écrevisse (Yerkes). — L'animal qui s'échappe de E doit passer par S et non par F, couloir fermé par une glace.

triangulaire; elle ne tarde pas à en sortir et gagne l'autre extrémité de la chambre; arrivée là, elle doit choisir entre les deux portes de sortie.

Des expériences préliminaires avaient montré que le crustacé a plutôt tendance à passer à droite; aussi a-t-on placé la glace de façon à fermer le passage de droite. En un mois, on a fait effectuer à l'écrevisse soixante essais, c'est-à-dire en moyenne deux par jour : on a observé une progression constante dans le nombre des choix convenables, 50 p. 100 au début, 90 p. 100 à la fin. Deux semaines après la fin de l'apprentissage, l'habitude s'était conservée en partie (70 p. 100).

Dans une autre série d'expériences, on a employé une boîte à sec, dont le fond formait une pente aboutissant à un bassin plein d'eau; quatre cent cinquante expériences ont été effectuées en tout, à raison de dix expériences par jour; les résultats ont été du même ordre.

Il ressort du travail des auteurs américains que l'écrevisse est capable d'apprendre en formant des associations, où peuvent intervenir le sens chimique, le toucher, la vision, le sens musculaire. (Pour éviter l'intervention du premier sens, on nettoyait les boîtes avec soin après chaque expérience.)

Un fait particulièrement intéressant au point de vue des associations : après deux cent cinquante expériences, le crustacé avait pris l'habitude de s'échapper par la sortie de droite; quand il venait heurter, par les antennes, la glace qui fermait la

sortie de gauche, il se mettait à effectuer un mouvement tournant vers la droite, et gagnait assez rapidement la sortie; on plaça alors la glace à droite : quand les antennes vinrent toucher cette glace, l'animal tourna encore vers la droite, et ne trouva qu'après un temps assez long la nouvelle sortie.

On voit qu'un grand nombre d'expériences, au minimum cinquante à cent, sont nécessaires pour la formation d'une association parfaite. C'est faute d'en avoir fait un nombre suffisant que le physiologiste allemand Bethe, — si populaire depuis qu'il a été le promoteur du mouvement qui a abouti à la négation de la psychologie animale, — a pu nier l'existence d'une « mémoire associative » chez des crustacés voisins des écrevisses, les crabes (1898).

Quand on lâche des crabes dans un grand bassin, ils se rendent rapidement dans le coin le plus obscur. Une élédone, sorte de pieuvre, occupait ce coin; Bethe lâche dans le bassin un *Carcinus :* il va rejoindre l'élédone et se fait prendre ; on dégage le crustacé ; lâché de nouveau, il retourne vers la pieuvre qui le saisit. Cela se répète six fois de suite, et cela suffit à Bethe pour dire que le crabe ne profite pas de l'expérience.

C'est alors que Bethe a eu une idée singulière pour un antianthropomorphiste, — décidément il y a bien des contradictions dans la pensée des adhérents de l'école « mécaniste » allemande, — celle d'appliquer à ses crabes une méthode qui,

quoique mauvaise, réussit parfois dans l'éducation des hommes : celle des châtiments corporels. Au moyen de la viande, le professeur allemand attire les crabes ; chaque fois qu'un crabe la saisit, il le frappe à coups de bâton ; malgré cela ces animaux n'apprennent pas que la main doit être évitée.

La conclusion de Bethe est la suivante : le *Carcinus* n'a pas de qualités psychiques, car il est incapable de profiter de l'expérience : il est une simple « machine réflexe ».

Cette conclusion n'est pas justifiée, car le procédé d' « intimidation » est mauvais et le nombre des essais successifs insuffisant. Au contraire, des expériences ingénieuses de Anna Drzewina, — qui ont porté il est vrai sur une autre espèce de crabe, le *Grapsus varius*, — viennent de montrer que ces animaux sont capables d'apprendre, en formant des associations.

Les crustacés ont été placés dans une grande cuve de verre (fig. 37), contenant une mince couche d'eau, et partagée en deux par une cloison transparente, munie elle-même d'une petite porte latérale P. Le soir venu, on plaçait une bougie en B, les crabes occupant les positions C. Ces animaux se dirigeaient en ligne droite vers la source de lumière, et venaient heurter contre le plan de verre ; ils rebroussaient chemin, puis venaient de nouveau heurter contre la cloison. Dans les mouvements irréguliers qui succèdent aux mouvements réguliers du début, les crabes finis-

saient par franchir la porte. Chaque soir, on recommençait les expériences, et de jour en jour les crustacés franchissaient plus rapidement la porte. Les grapses prenaient l'habitude de se diriger vers la gauche de la bougie, et une fois à une certaine

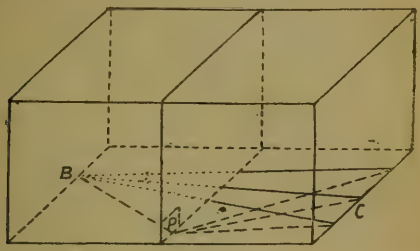

Fig. 37.

Dispositif pour l'étude de l'acquisition des habitudes chez les crabes (Drzewina). — Une cuve est séparée en deux par une cloison de verre; les crabes C en se dirigeant vers la bougie B viennent s'y heurter; petit à petit, ils apprennent à passer par la porte P.

distance de la porte ils filaient droit vers elle. Ici encore il s'est formé une association où interviennent la vision et le sens musculaire.

J'aurais encore à citer une curieuse observation de l'Américain Spaulding : des pagures ou bernards-l'ermite, *Eupagurus longicarpus*, qui se dirigeaient normalement vers la lumière, ont pris l'habitude de gagner l'ombre, où l'on avait placé les aliments, et cette habitude persistait même quand la nourriture manquait.

Des expériences de très longue durée, analogues

aux précédentes, tentées sur des animaux plus inférieurs, mollusques, vers, étoiles de mer, n'ont donné jusqu'ici aucun résultat. Ceci vient à l'appui de ce que j'ai dit plus haut.

Chez les animaux inférieurs, il y a des associations très simples, formées entre quelques éléments toujours les mêmes, et qui, la plupart, ont été acquises par la race dans un passé reculé.

A partir des articulés surtout, les sensations visuelles et musculaires prenant une grande importance, il peut se former, même au cours de la vie individuelle, des associations complexes et variées, qui jouent un rôle important dans les relations de ces animaux et des divers objets du milieu extérieur.

Dans la nature, l'activité des animaux articulés est par suite fort complexe. En présence des diverses manifestations de ces êtres, l'analyse expérimentale se montre nécessaire ; mais il y a deux manières de la comprendre, une bonne et une mauvaise. C'est ce que nous allons voir.

CHAPITRE XX

De l'analyse expérimentale en psychologie comparée.

---

§ 1. — DEUX MANIÈRES DIFFÉRENTES DE COMPRENDRE CETTE ANALYSE.

Autant on accueille difficilement les idées nouvelles, autant on se débarrasse difficilement des idées admises. Après des controverses très vives, les idées de Darwin se sont implantées solidement dans le cerveau des biologistes. Certes le Darwinisme est une théorie ingénieuse et fort séduisante, renfermant sans doute une part de vérité, mais on peut être étonné de la facilité avec laquelle certains esprits qui se piquent de rigueur l'ont adoptée et se sont laissés convaincre par des preuves insuffisantes. Aujourd'hui le Darwinisme est devenu un dogme, c'est-à-dire une chose à laquelle on n'a pas le droit de toucher. En France, on qualifie de « mauvais esprits » ceux qui osent laisser entendre que bien souvent les faits ne cadrent pas avec les idées de l'illustre évolution-

niste. Cependant à l'étranger, on a émis des opinions sévères sur Darwin, trop sévères peut-être. Voici entre autres comment s'exprimait en 1896 Driesch, un savant allemand des plus estimés : « Le Darwinisme appartient à l'histoire, au même titre que la philosophie de Hegel, une autre bizarrerie ; les deux sont des variations sur ce thème : comment il est possible de mener des générations entières par le bout du nez ; et elles ne sont pas susceptibles de relever l'opinion qu'auront sur nous les générations futures. » Driesch va jusqu'à parler de la « dégénérescence du cerveau des darwinistes ». En 1903, Fleischmann déclare : « C'est un devoir pour chaque naturaliste de mettre en garde les jeunes contre l'influence néfaste de la théorie à la mode. »

J'ai fait voir précédemment la résistance que tout être vivant oppose à la variation ; certes il ne peut être question de nier l'évolution des formes animales ; mais on peut être amené à discuter sur la facon dont a pu se faire cette évolution. Pour Darwin, « la Nature ne fait pas de sauts », et l'évolution progresse *par gradations*, par minimes variations entre lesquelles se ferait un choix. Mais cela, on ne l'a pas constaté, on n'en a aucune preuve, et c'est même peu vraisemblable. Par contre, on a vu apparaître *brusquement* des formes nouvelles qui, quand les circonstances ont été favorables, ont pu survivre ; pour Hugo de Vries, pour Korschinsky, dont j'ai déjà parlé, l'évolution procéderait par sauts.

Dans les livres classiques on représente l'évolution du règne animal au moyen d'un arbre avec de nombreux rameaux : c'est suivant ceux-ci, et d'une façon continue, que se serait effectuée l'évolution. Les zoologistes et les paléontologistes ont perdu beaucoup de temps à chercher, en vain, tous les anneaux de la chaîne. Là où l'échec du Darwinisme est particulièrement frappant, c'est en ce qui concerne l'origine de l'homme. Et voici déjà certains partisans de l'évolution qui commencent à dire que l'homme serait apparu tout à coup, par mutation brusque, avec son cerveau, son intelligence si supérieure à celle des autres animaux.

L'apparition de l'homme se présenterait comme une révolution organique et psychique à la fois. De même, je considère l'apparition, — au milieu de l'infinie variété des animaux inférieurs, des crustacés et des insectes, — avec leur carapace et leurs pattes articulées, avec leurs yeux à facettes si perfectionnés, — comme une révolution organique et psychique, qui se serait produite dans les âges lointains, par une série de mutations, bien entendu.

Les auteurs récents qui ont essayé d'*analyser* l'activité psychique des crustacés et des insectes, — suivant leurs tendances, leur tempérament, leurs idées préconçues, — ont voulu voir en elle, ou bien des *combinaisons de tropismes*, ou bien les effets des *associations de sensations*.

Il y a là deux manières différentes de comprendre

l'analyse expérimentale en psychologie comparée; il y a là deux attitudes opposées.

Ceux qui ont adopté la première, — ce sont en particulier quelques adhérents de l'école mécaniste allemande, — sont partis de deux idées fausses : 1° dans la Nature, il n'y a pas de sauts brusques; 2° l'activité des animaux inférieurs serait constituée uniquement par des tropismes. Il en résulte qu'il doit en être de même de l'activité des animaux supérieurs : si, chez ceux-ci, les actes sont plus compliqués, c'est qu'il y a des combinaisons plus complexes des tropismes.

En réalité : 1° dans la nature le progrès se fait difficilement, mais souvent par révolutions, par sauts brusques; 2° l'activité des animaux inférieurs est composée d'éléments complexes : tropismes, phénomènes de sensibilité différentielle, phénomènes associatifs. Ceux-ci sont d'abord à l'arrière-plan, et rudimentaires; mais, si rudimentaires qu'ils soient, ils se montrent irréductibles à des tropismes. Le perfectionnement de l'appareil visuel, en introduisant les qualités des images des objets parmi les éléments des associations, a permis la complexité de celles-ci, qui presque subitement se trouvent jouer un rôle des plus importants dans l'activité animale.

Telle est du moins la façon dont je conçois les choses. Je peux me tromper; il est toujours possible de se tromper quand il s'agit d'interprétations. Mais il est toujours permis de faire des hypothèses qui cadrent avec les faits, *si on spécifie*

bien qu'il s'agit d'hypothèses; à chacun de les discuter, à chacun d'essayer, s'il le veut, de s'en servir comme guide dans la recherche des faits. Or, précisément, nous allons voir à quels résultats déplorables on a été conduit en adoptant l'opinion d'après laquelle il y aurait des tropismes partout. A cet égard, les Américains se sont montrés plus avisés que les Allemands.

§ 2. — LE PROBLÈME DU RETOUR AU NID.

Je commencerai par appliquer l'analyse expérimentale au problème du retour au nid.

Un travail sur les fourmis, dû à l'Américain Turner (1907), se présente comme un modèle à suivre.

Certes ce ne sont pas les observations sur ces insectes qui font défaut; il y a déjà longtemps que Lubbock a écrit tout un livre sur leur psychologie; mais le plus souvent on s'était contenté d'interpréter leurs actes, en faisant intervenir nos pensées et notre faculté de raisonnement, nos sentiments, nos qualités morales...; on décrivait *en bloc* les « habitudes », les « instincts », les « mœurs », les manifestations de l' « intelligence ». Aujourd'hui on a souci d'essayer de faire l'analyse des phénomènes que l'on décrit.

A ce point de vue le travail de Turner est conçu dans un esprit vraiment scientifique. Tout d'abord l'auteur opère sur de nombreuses espèces de fourmis ayant dans la nature des conditions de vie

et des habitudes différentes. De plus, Turner procède par l'observation et l'expérimentation, sans qu'aucune idée préconçue, aucun parti pris, n'influe sur les conclusions déduites de l'ensemble des faits. Il s'applique surtout à résoudre le problème du retour au nid.

Le retour au nid, voilà une question qui a fait couler des flots d'encre. Certains l'ont résolue d'une façon très simple, trop simple, en invoquant un instinct particulier, un « homing instinct » qui guiderait infailliblement un animal vers son gîte. Turner n'admet pas cette hypothèse, car il voit fréquemment les fourmis perdre la piste et errer dans toutes les directions à deux pas de l'entrée du nid. Il se pose alors la question, l'éternelle question : s'agit-il d'une combinaison de tropismes ou bien d'une association de sensations, et il rejette la première hypothèse pour adopter la seconde. Il ne s'agit pas de tropisme, comme l'avait voulu Bethe : pour le négateur de la psychologie animale, les fourmis seraient guidées par une piste odorante. Selon Turner, ces insectes, dans leurs premiers passages, ne retrouvent le nid que par hasard, en tournoyant longtemps auprès de lui, et c'est seulement après plusieurs sorties, par *association de diverses impressions* perçues au cours des maraudes, *par souvenir de certains points de repère* tels qu'irrégularités de la surface du sol, limites de l'ombre et de la lumière, par expérience en un mot, qu'elles arrivent dans la suite à s'orienter facilement.

Les fourmis sont capables d'apprendre et auraient une mémoire associative. Turner cherche à baser cette opinion sur de nombreuses expériences. Il n'essaie pas de faire résoudre des problèmes trop compliqués à ses animaux ; il leur apprend à se servir d'un marchepied, à monter et à descendre des pentes diversement inclinées et diversement éclairées,

Turner conclut : Dans leur retour au nid, les fourmis ne sont pas guidées par des tropismes, mais par une expérience individuellement acquise, à la suite de la formation d'associations, où interviennent les stimulants olfactifs, tactiles, mécaniques, visuels. Parmi ces stimulants, tous n'ont pas la même importance, la même « valeur psychique » : les uns sont simples, d'autres composés, les uns primitifs, d'autres dérivés ; mais tous contribuent dans une mesure plus ou moins large au retour au nid : cet acte est ainsi fort compliqué, et non pas, comme on a voulu le faire croire, une réponse directe à quelque stimulant du milieu extérieur.

De très curieuses observations de Ch. Ferton (1905) sur des insectes mellifères ou ravisseurs voisins des abeilles sont intéressantes à rapprocher de celles de Turner. L'auteur étudie surtout les osmies, insectes qui nidifient dans des trous du sol, dans des bouts de roseau creux, dans diverses coquilles vides ; avec des feuilles mâchées, les osmies forment une pâte qui leur sert à revêtir l'intérieur des trous, la surface extérieure des coquilles...;

en outre elles tapissent des pétales de diverses fleurs les petites chambres où elles vont déposer leurs œufs. — On a voulu voir, dans ce fait, une manifestation esthétique de la part des insectes ! — Il constate qu'on a exagéré beaucoup la *fixité* des prétendus « instincts » : les associations anciennes peuvent souvent être remplacées par des associations nouvelles. Si les instincts étaient immuables, les expériences sur la mémoire associative des insectes ne donneraient que peu de résultats.

Ferton signale un fait très curieux relativement au retour au nid. Une coquille, placée primitive-

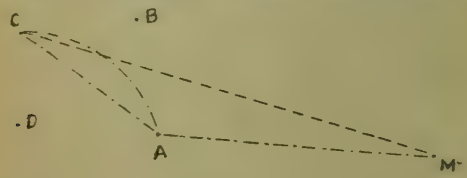

Fig. 38.

Diverses étapes parcourues par une osmie dans les expériences de Ferton. En M. se trouve une plante visitée souvent par l'insecte ; en A, la coquille où il nidifie ; il va souvent de A en M, et inversement. Après avoir déplacé la coquille en B, puis en C, le chemin parcouru, au lieu d'être MC, est d'abord MABC, puis au bout d'un certain temps, le chemin représenté par des traits et des points; l'insecte dévie comme pour aller vers B, mais n'y va pas.

ment en A (fig. 38), est transportée successivement en B, en C, en D; l'insecte se rend souvent en M pour fabriquer une pâte végétale; il revient à la coquille en passant par A, B, C, D; à la longue, il omet de passer par B, puis par A. Il y a une mémoire des emplacements antérieurs du nid, qui

s'efface progressivement. Cette mémoire résulte de l'association des sensations musculaires, visuelles, olfactives..... Pour Ferton, le retour au nid ne serait pas un acte purement automatique.

§ 3. — PROBLEME DE LA RECONNAISSANCE DES OBJETS.

Après avoir examiné, très sommairement, le problème de la reconnaissance des chemins, je vais envisager un problème parallèle, qui a aussi beaucoup préoccupé les psychologues : celui de la reconnaissance des objets, par exemple reconnaissance des coquilles par les bernards-l'ermite ou pagures.

Ceux-ci sont des crustacés à dix pattes, assez semblables à des homards en miniature, qui, se trouvant sans abri au fond de la mer, se sont logés dans les cavités naturelles de certains corps qu'ils promènent avec eux et dans lesquels ils rentrent quand ils sont menacés. Ces corps sont le plus souvent des coquilles vides enroulées en hélice comme celles de l'escargot, quelquefois des tubes fabriqués par d'autres animaux, des pierres excavées, des bois perforés et même des éponges. L'abdomen qui a une protection très efficace est devenu mou.

Par leurs mœurs curieuses, les pagures ont attiré l'attention des observateurs depuis la plus haute antiquité. Ce qui a le plus frappé l'imagination des hommes, c'est que ces animaux ne vivent pas seuls; sur la coquille qu'ils habitent peuvent

être fixés une foule d'organismes : éponges, alcyons, bryozoaires incrustants, hydraires, formant une sorte de manteau vivant, actinies ou fleurs de mer aux couleurs brillantes et qui brûlent comme des orties; à l'intérieur se promène une néréide, ou ver annelé au corps souple et ondulé, « armé le long des flancs de faisceaux de lances, de piques et de poignards ». Le crustacé est protégé par l'actinie et par la néréide : la première, par son contact brûlant, éloigne beaucoup d'ennemis comme les tortues et les poulpes; la seconde blesse mortellement les animaux qui s'aventurent dans la coquille; malgré cela, quelques petits crustacés trouvent le moyen de s'installer sur le corps du bernard et d'y vivre en parasites, subissant d'ailleurs toutes les déchéances qui caractérisent ce mode d'existence. L'actinie et la néréide retirent aussi un profit de l'association : elles peuvent se nourrir plus facilement; menant la vie errante du pagure, elles ont plus d'occasions de rencontrer des proies que celles qui vivent aux rochers; souvent elles empruntent quelques morceaux aux repas du crustacé. On ne s'est pas contenté de constater les bénéfices réciproques de cette association entre animaux si disparates; poussé par un besoin qui nous conduit à idéaliser, non seulement nos propres actes, mais encore ceux des animaux, on a vu dans les faits précédents des marques indéniables d'une amitié réciproque; des récits fort touchants nous montrent les relations du pagure et de l'actinie.

Tel est celui du lieutenant-colonel Stuart Wortley, rapporté avec enthousiasme par Van Beneden dans son livre, *les Commensaux et les Parasites* : « Le pagure ne manque jamais d'offrir, après la pêche, les meilleurs morceaux à sa voisine, et s'assure très souvent dans la journée si elle n'a pas faim. Mais c'est surtout quand il s'agit de changer de demeure qu'il redouble de soins et d'attention. Il manœuvre avec toute la délicatesse dont il est capable pour faire changer l'anémone de sa coquille ; il vient à son aide pour la détacher, et si par hasard la nouvelle demeure n'est pas goûtée, il en cherche une autre, jusqu'à ce que l'actinie soit complètement satisfaite. »

Tout cela est très beau, mais c'est de la pure imagination.

Voici, par opposition, ce que m'a donné l'observation rigoureuse des faits en ce qui concerne les relations du pagure et de sa coquille (1903).

Je ferai d'abord une remarque, qui a son importance pour la thèse que je soutiens ici, celle de la prédominance dans le psychisme du facteur visuel ; jamais je n'ai vu un pagure diriger ses mouvements vers une coquille qu'il percevrait à distance ; il semble que les yeux ne jouent aucun rôle actuel dans l'exploration de la coquille : celle-ci se fait aussi aisément quand on a supprimé leurs réceptions. Lorsqu'un pagure, *Pagurus bernhardus* du moins, rencontre une coquille, c'est par hasard, et pas autrement.

La sensibilité tactile du crustacé est merveil-

leuse : il suffit que l'extrémité d'une patte vienne toucher la surface de la coquille pour que l'animal vienne appliquer son corps contre cette surface. La même réaction se produit toutes les fois qu'il s'agit d'une surface calcaire rugueuse.

Mais c'est alors qu'intervient la forme géométrique de la surface. Quand la coquille est globuleuse, le crustacé l'enveloppe de son corps qui se courbe en une demi-circonférence et de ses longues pattes arquées, puis les pinces qui prennent appui vers le bas font tourner la sphère sur elle-même, de manière à amener l'orifice en position convenable. Rien n'est plus curieux que de voir les jeunes pagures imprimer un mouvement de rotation aux coquilles des littorines qu'ils rencontrent : l'opération est effectuée en un clin d'œil. Elle devient plus difficile avec une coquille conique, et elle s'effectue alors par divers procédés.

Dans tous les cas, lorsque le pagure aborde l'ouverture de la coquille, ou péristome, le corps se trouve appliqué, la tête en bas, sur une surface courbe. Il y a là une attitude spéciale à laquelle semble correspondre un ensemble de sensations musculaires particulières. Quand le crustacé est sur la coquille et qu'il a pris cette attitude, il se met à enfoncer ses pinces dans la cavité de la coquille, comme s'il voulait l'explorer, et c'est seulement après qu'il se retourne et y fait pénétrer son abdomen.

Ainsi, depuis le moment où le crustacé heurte

une coquille jusqu'au moment où il y installe son abdomen, il exécute une série bien définie de mouvements et passe par une série déterminée d'attitudes ; un mouvement entraîne le suivant, une attitude entraîne la suivante.

Il en résulte qu'on peut, en quelque sorte, « tromper » les pagures : 1° Placés sur un caillou rond, ou sur une boule de bois, ils y appliquent leur corps, le font tourner dans tous les sens, s'acharnant à trouver un orifice qui n'existe pas. Sur une valve d'huître un peu bombée, ils cherchent également un orifice ; 2° Quand un bernard-l'ermite rencontre l'entrée d'un trou quelconque, deux cas peuvent se présenter. Si l'orifice est au bas d'une surface courbe, l'animal explore la cavité et y place souvent son abdomen. Dans le cas contraire, la réaction est toute différente : le crustacé ne s'installe pas dans le trou, même si son orifice est garni d'un anneau calcaire, même si le trou est constitué par une coquille enfoncée par sa pointe dans l'argile. Dans ce dernier cas, l'animal peut fouiller autour de la coquille, la dégager, la renverser, et, après avoir effectué la série des mouvements habituels à sa surface, y pénétrer.

Nous venons de voir que les pagures se comportent comme de *véritables automates*. Il suffit qu'un bernard-l'ermite rencontre une coquille ou un corps de forme semblable pour qu'il effectue toute la série des mouvements décrits, et cela le plus souvent *sans qu'il y ait nécessité*, alors que le

crustacé est déjà logé confortablement dans une coquille appropriée.

Il y a dans le cas des pagures des associations *très parfaites* de sensations tactiles et musculaires; mais ce qui manque dans ces associations ce sont les éléments visuels. Aussi, ces associations, quoique assez complexes, rappellent beaucoup celles des animaux inférieurs : acquises lentement, remontant loin dans le passé, elles ont une fixité beaucoup plus grande. *Elles n'ont pas cette mobilité des associations où figurent les éléments visuels, c'est-à-dire où interviennent les images des objets.*

Les pagures, dans les actes considérés, sont des automates, et on ne trouve guère chez eux ce qu'évoque le nom de *psychisme*. Pourtant ces actes rentrent dans la catégorie des actes psychiques définis objectivement par la « mémoire associative ». Il y a incontestablement fusion de sensations diverses, présentes et passées. Mais dans ces associations ne figurent pas les sensations visuelles.

Me voilà revenu à une idée qui m'est particulièrement chère en psychologie animale; celle-ci : *parmi les éléments des associations sensorielles, il en est qui ont une valeur psychique plus grande que les autres, les sensations visuelles.*

Le psychisme résiderait, selon moi, moins dans la complexité des associations, que dans l'intervention de certains facteurs. Les associations où figurent des éléments visuels sont plus variées et

plus mobiles que les autres. Elles *simulent* parfois au moins quelques caractères de ce qu'on est convenu d'appeler l'« intelligence ».

§ 4. — RELATIONS DES INSECTES ET DES FLEURS. — HABILLEMENT DES CRUSTACÉS PAR LES ALGUES.

Cette vue va trouver son application dans l'examen du problème de la reconnaissance des fleurs par les insectes. Les associations de sensations vont intervenir ici encore, mais les sensations visuelles, colorées, vont prendre une prédominance, au point de suffire souvent à elles seules, ou presque, à provoquer les réactions des insectes vis-à-vis des fleurs.

La question des insectes et des fleurs est une de celles qui ont donné lieu aux recherches très nombreuses et aux discussions les plus passionnées. Récemment Joséphine Wéry, étudiante de Bruxelles, élève des botanistes Errera et Massart, dans un mémoire des plus intéressants (1904), a fait l'exposé historique complet de la question, insistant sur les discussions qui se sont élevées et qui se sont poursuivies pendant un temps très long entre Plateau et Forel : Plateau pensant que les couleurs ont un rôle peu important, tenant surtout pour l'attraction par les parfums ; Forel soutenant l'opinion contraire, et reprochant, en somme, à Plateau d'avoir trop tenu compte des tropismes et pas assez des phénomènes de mémoire associative. On trouve ici encore les deux

attitudes opposées, que j'ai signalées en commençant ce chapitre. C'est un des grands mérites de Forel de n'avoir pas confondu des phénomènes aussi différents que les tropismes et les phénomènes associatifs, et d'avoir bien compris la genèse des phénomènes associatifs.

Par des expériences méthodiques et ingénieuses, Joséphine Wéry a montré que Forel avait raison contre Plateau. Elle enlève aux fleurs leurs corolles, et celles-ci attirent beaucoup moins les abeilles. En revanche les fleurs artificielles exercent une attraction marquée. De plus, les fleurs vivement colorées, mais inodores ou à odeur faible, attirent manifestement beaucoup plus que les fleurs ternes odoriférantes. L'action du parfum seul est beaucoup moins efficace dans l'attraction que celle de la seule coloration vive. Le miel n'attirerait pas les abeilles. Mais Gaston Bonnier, dans de belles recherches, a montré que les choses sont plus complexes encore.

On voit toute l'importance du facteur visuel. Parler d' « attraction » par les couleurs n'est qu'une façon de s'exprimer, commode. En réalité, il ne s'agit pas d'un tropisme ; les sensations colorées sont combinées, ou, tout au moins, *l'ont été*, avec les sensations odorantes, avec d'autres sensations visuelles (objets voisins), avec les sensations musculaires. Il y a lieu de tenir compte de l'emplacement des fleurs. D'après Giltay, des abeilles visitent un coquelicot ; tout à coup on enlève les pétales de la fleur, et, pendant un cer-

tain temps, les insectes continuent à visiter ce coquelicot.

Nous voyons la prédominance des phénomènes associatifs chez les crustacés et les insectes ; nous saisissons les mécanismes des réactions de ces animaux vis-à-vis de certains objets qui les entourent : coquilles, fleurs... Ces objets, qu'en connaissent-ils en réalité ? Vraisemblablement encore peu de choses ; souvent la réalisation d'une seule de leur qualité suffit pour les « tromper » : vis-à-vis d'une boule de bois, le pagure se comporte comme vis-à-vis d'une coquille ; vis-à-vis d'un disque coloré, l'insecte commence à se comporter comme vis-à-vis d'une fleur...

Malgré cela, beaucoup d'auteurs représentent les crustacés et les insectes comme des personnages humains, ou peu s'en faut, mûs par les mêmes mobiles que nous et qui connaîtraient les objets du milieu extérieur comme nous-mêmes. Un fait, connu depuis longtemps, qui a été l'objet d'un mémoire très remarquable d'Aurivilius, et qui est devenu le thème à de nombreuses variations anthropomorphiques, c'est celui de l'habillement des crustacés par des algues de diverses couleurs.

Certains crabes, dits araignées de mer, saisissent avec leurs pinces les divers corps qui les entourent : des algues surtout, mais aussi des éponges, des hydraires, des ascidies, ou même des débris de coquilles, du papier, des chiffons, des fils,

et ils les plantent sur des crochets à la face dorsale de leur carapace. Dans l'obscurité, il n'y a *aucun choix* des corps employés : des mouvements complexes de flexion des pinces s'effectuent en quelque sorte automatiquement, depuis le moment où la pince touche l'objet jusqu'au moment où celui-ci se trouve accroché. La section des yeux, l'ablation du cerveau n'ont aucune influence sur cet automatisme. Mais il n'en est pas de même en ce qui concerne un autre phénomène superposé au premier : celui du « choix des couleurs », comme on dit, peut-être un peu improprement. Aurivilius avait bien mis en évidence les deux faits suivants : 1° dans un milieu où prédominent des algues d'une certaine couleur, rouge par exemple, les crabes « choisissent » ces algues, et non les autres (vertes, brunes), pour les planter sur leur dos; il y aurait là une sorte de déguisement qui permettrait à l'animal de se dissimuler, un cas de *mimétisme;* 2° quand des crabes, déjà revêtus d'algues d'une certaine couleur, se trouvent dans le voisinage de flaques d'eau, renfermant les unes des algues d'une couleur, les autres des algues d'une couleur différente, ces crabes « choisissent » l'emplacement dont la couleur est en harmonie avec celle de l'habillement.

Les auteurs aux tendances « psychologantes » n'ont pas manqué de dire que les crabes savent distinguer les couleurs, qu'ils *choisissent* celles qui sont les plus aptes à les rendre invisibles, que ce

choix est un *acte volontaire* de la part de l'animal. Le mot « volonté », si vague même dans la psychologie humaine, devient dans bien des cas une explication suffisante.

Récemment, un auteur polonais, Romuald Minkiewicz, a repris la question de l'habillement des crabes. Bien qu'il ait déclaré : « Dans la question, dont je m'occupe, je n'ai pas de précurseurs...; tout ce qu'on trouvera dans l'exposé qui suit, les faits, la méthode d'analyse et la manière d'envisager les faits, — tout est nouveau, » Minkiewicz n'a, en somme, fait que vérifier les faits connus au moyen des méthodes déjà pratiquées. A l'instar d'Hermann Fol, Minkiewicz a fourni à ses crabes des bandelettes de papier de couleur, et il a retrouvé ainsi les deux faits signalés par Aurivilius : ou bien le crabe s'habille avec la couleur du milieu environnant, ou bien, déjà habillé, il se fixe dans la portion du milieu qui a la même couleur : dans un aquarium rouge-vert, les crabes rouges se placent dans la partie rouge, les crabes verts dans la partie verte. Donc, rien en cela de nouveau. Mais ce qui est vraiment nouveau, original, c'est l'interprétation; et celle-ci est complètement inadmissible. L'auteur fait intervenir, pour expliquer une suite compliquée d'actes variés, un tropisme, un « chromotropisme » ; a-t-il bien compris la signification du mot « tropisme » ? Dire qu'il y a *chromotropisme*, c'est, par définition (et sans préjuger d'ailleurs de la nature physiologique du phénomène), dire que

l'animal ou tout au moins un de ses appendices se place de telle façon qu'il reçoive de chaque côté de la ligne médiane la même quantité d'une lumière colorée. Or, quand un crabe s'habille avec des algues vertes par exemple, ni le corps, ni la pince, dont les positions dans l'espace varient constamment, ne réalisent ces conditions. Il est vraiment dommage que Minkiewicz n'ait tenu compte ni des phénomènes associatifs, ni des phénomènes de sensibilité différentielle ; cette dernière notion paraît lui échapper complètement.

Partir des tropismes, et de là, par des complications progressives, en remontant la série animale, arriver jusqu'à l'intelligence de l'homme, voilà un rêve qui a séduit bien des esprits, — au point de faire commettre beaucoup d'erreurs de faits et d'interprétations. On est toujours séduit par la simplicité de certaines explications, mais là n'est pas toujours la vérité.

CHAPITRE XXI

Les lois des phénomènes associatifs.

La confusion entre certains phénomènes associatifs et les tropismes peut s'expliquer en partie par ce fait que, souvent, dans les associations de sensations, l'une de celles-ci tend à prendre la prédominance sur les autres.

Je suis conduit ainsi à énoncer une première loi, loi fondamentale, très simple et d'une application très générale, qui semble régir tous les phénomènes associatifs.

Cette loi, voici sous quelle forme je l'ai énoncée dans un travail de psychologie animale publié en 1902, et dans une note à l'Académie des Sciences, en janvier 1904 :

Soient a, b, c, d... les diverses sensations qui concourent à former l'association : $a + b + c + d + \ldots$, et soit r la réaction correspondant à cette association.

Au début, aucun des stimulants, a, b, c, d, ne peut, isolément ou même engagé dans un groupe-

ment partiel, déterminer la réaction *r*. *L'association des quatre stimulants est nécessaire.*

A la longue, quelques-uns seulement de ces éléments, un seul même, peuvent suffire à provoquer la réaction.

$$a + b + c + d \longrightarrow r$$
$$a + b + c \longrightarrow r$$
$$\left.\begin{array}{l} a + b \\ a + \quad c \end{array}\right\} \longrightarrow r$$
$$a \longrightarrow r$$

Le facteur *a* se trouve avoir pris une prédominance dans l'association.

En octobre 1904, a paru, en Allemagne, un ouvrage dont le succès fut très grand. Dans le livre : *Die Mneme*, Richard Semon expose une « nouvelle théorie mnémonique du développement ». Or, à la base de cette théorie, se trouve la loi sur laquelle je viens d'attirer l'attention.

Il y a cependant certaines différences, et quant au fond, et quant à la forme de l'énoncé.

Depuis Th. Beer, les Allemands n'aiment plus guère parler de sensations. Dans le livre de Semon, *a*, *b*, *c*, *d* sont des « engrammes », c'est-à-dire des choses qui se gravent, s'inscrivent dans la matière organique. Le stimulant isolé qui finit par déterminer la réaction est dit « *stimulus ecphorique* ».

Mais pour Semon, *tous* les stimulus de l'association peuvent devenir *également* des « stimulus ecphoriques ». Je soutiens, au contraire, avec beau-

coup de faits à l'appui, que les divers stimulus n'ont pas la même valeur comme stimulus ecphorique.

Semon insiste beaucoup sur l'ecphorie, ou dégagement des tendances latentes. D'une façon générale, tel stimulus isolé qui serait trop faible pour provoquer une *excitation originelle* peut être plus que suffisant, en tant que *stimulus ecphorique*, pour la « dégager » comme mnémique.

On peut encore exprimer ceci d'une autre façon : les réactions d'un être vivant, à un moment donné, ne dépendent pas seulement des conditions présentes, mais de toutes les conditions de la vie passée, aussi bien de la vie de l'individu considéré que de la vie des ancêtres. Le passé détermine, dans l'être, des « dispositions d'irritabilité » qui peuvent rester latentes. Mais tout à coup certaines influences, ecphoriques, viennent les « dégager » en quelque sorte : d'où leur manifestation.

Un exemple concret sera peut-être plus explicite. Claypole a fait l'observation suivante : pour que de jeunes autruches qui viennent d'éclore dans des couveuses artificielles becquètent les grains que l'on place devant elles, il est nécessaire de frapper sur le sol avec une pointe quelconque. Chez les ancêtres, l'acte de becqueter la nourriture était déterminé par la vue du grain et par celle des mouvements que faisait la mère pour enseigner, en quelque sorte, aux jeunes la manière de s'y prendre. Maintenant, il faut encore, du moins chez les autruches, réaliser une ébauche de l'association primitive pour arriver au même effet.

Encore une remarque : pour moi, pour Semon : les éléments *a*, *b*, ... peuvent entrer dans une association, ou simultanément, ou successivement. Autrement dit, l'association peut se faire dans l'espace ou dans le temps. Sous la dénomination si mauvaise d' « anticipation réflexe », on ne fait que désigner les associations de sensations dans le temps.

Le fait que dans un ensemble de sensations : $a + b + c + d$, une certaine sensation, *a*, finit par prendre une prédominance, au point d'arriver parfois à déclancher à elle seule la série des mouvements qui étaient provoqués par le complexe des sensations *a*, *b*, *c* et *d*, entraîne, en quelque sorte, une simplification des phénomènes associatifs complexes.

C'est là une simplification tardive ; mais la simplification peut se faire aussi à l'origine. Je suis amené à parler d'une *seconde loi*, celle des *associations dites par ressemblance.*

Les objets qui entourent un être vivant ont des caractères, les uns constants, les autres variables à des degrés divers.

Soit une série d'objets analogues, A, B, C, etc., et leurs caractères respectifs, α, β, γ.

A	α	β		δ		ζ	*n*	θ
B	α		γ		ε	ζ	*n*	θ
C	α				ε		*n*	θ
D	α	β			ε		*n*	θ
E	α	β			ε		*n*	θ
F	α			δ			*n*	

Par ordre de fréquence, les caractères se classent de la façon suivante :

$$\alpha \text{ et } n, \theta, \varepsilon, \beta, \delta, \gamma$$

Les caractères les plus constants d'un objet vont devenir les caractères essentiels de l'association : ils stimulent constamment les organes des sens, et donnent des impressions qui se gravent de plus en plus dans le système nerveux. Les caractères qui se répètent peu, au contraire, resteront des caractères non essentiels : ils stimuleront rarement les organes des sens; les impressions produites ne tarderont pas à pâlir, remplacées, d'ailleurs, par d'autres. Après une longue série d'expériences, il résultera comme une sorte d' « impression d'ensemble relativement simple de l'objet. »

J'ai insisté beaucoup, dans mes travaux, sur ces associations par ressemblance, qui font que *beaucoup d'animaux réagissent de la même façon vis-à-vis de toute une classe d'objets analogues.* J'ai soutenu qu'il ne pouvait être question, dans ces cas, de phénomènes d'*abstraction.* Or, un auteur allemand, O. Zur Strassen, qui vient d'écrire un mémoire d'ensemble fort intéressant sur la nouvelle psychologie animale, voit, dans ces associations par ressemblance, un cas très simple d'abstraction. « Il y a « abstraction », dit-il, mais l'abstraction n'est pas forcément un processus psychique. » Zur Strassen rappelle qu'il y a vingt-cinq ans W. Roux a montré que les abstractions peuvent naître par la voie mécanique, et que récemment

Semon a développé cette pensée. Ici, encore, je crois qu'on n'a pas le droit de dénaturer ainsi le sens originel du mot « *abstraction* ».

Zur Strassen montre qu'il y a un avantage considérable pour un animal à réagir de la même façon vis-à-vis de toute une classe d'objets; celui-ci ne se laisse pas dérouter par des détails accessoires en plus ou en moins : il réagit vis-à-vis d'objets qu'il n'a pas encore vus. Un oiseau évite une chenille qui a mauvais goût, quelles que soient l'attitude et la taille de la chenille; le caractère essentiel est une certaine coloration vive; quand celle-ci manque, par hasard, l'oiseau becquète la chenille.

Mais s'il y a avantage dans certains cas, j'ai reconnu qu'il peut y avoir désavantage dans d'autres cas. Je rappellerai celui des pagures ou bernards-l'ermite qui se comportent vis-à-vis d'une boule de bois comme vis-à-vis d'une coquille, cette boule de bois présentant le caractère le plus essentiel, le plus fréquent, des coquilles si variées où peuvent loger les crustacés, la courbure des surfaces; or, sur cette boule de bois, les pagures cherchent en vain un orifice qui n'existe pas.

Les associations par ressemblance se présentent à nous comme des associations simplifiées dès l'origine.

Les deux lois que j'ai énoncées dans ce chapitre, et qui paraissent être les lois fondamentales des associations de sensations, indiquent, l'une et l'autre, des processus de simplification, dont nous

aurons à tenir compte dans une vue d'ensemble sur l'évolution du psychisme. Mais ces processus de simplification diffèrent dans les deux cas. Dans le cas de la première loi, la simplification se fait tardivement : parmi les éléments, *tous bien associés*, quelques-uns (et même un seul) prennent une prédominance marquée sur les autres dans le mécanisme du déclanchement. Dans le cas de la seconde loi, la simplification se fait à l'origine, beaucoup d'éléments ne réussissant pas à entrer dans l'association. Autrement dit : dans le premier cas, il y a intégration parfaite des sensations; dans le second, il y a, au contraire, insuffisance d'association.

CHAPITRE XXII

La Finalité en psychologie animale.

Jusqu'ici j'ai laissé presque complètement de côté le point de vue de la finalité. J'ai cherché à me rendre compte beaucoup plus des mécanismes et des lois des réactions que j'ai décrites que de la valeur adaptive des réponses aux excitations du milieu extérieur.

Il m'a paru intéressant, avant d'aborder les discussions sur l'instinct et l'évolution du psychisme, de considérer, au moins pendant quelques instants, la finalité des actes, les moyens par lesquels sont satisfaits les divers besoins des animaux.

Pour Lamarck, les principaux de ces besoins sont : 1° prendre telle sorte de nourriture ; 2° se livrer à la fécondation sexuelle que sollicitent certaines sensations ; 3° fuir la douleur ; 4° chercher le plaisir ou le bien-être. Les habitudes des animaux découleraient de la satisfaction de ces besoins.

Pour Schiller, l'édifice du monde n'est soutenu que par les ressorts de la faim et de l'amour.

Je chercherai ici les moyens qui permettent aux animaux de satisfaire le premier besoin.

§ 1. — LA RECHERCHE DE LA NOURRITURE.

Pendant longtemps, on a vu dans la recherche de la nourriture un caractère de distinction entre les animaux et les végétaux. La plupart des végétaux n'ont pas besoin d'aller à la recherche des aliments : les racines absorbent l'eau, les sels, et aussi certaines matières organiques, contenus dans le sol ; les parties vertes des tiges et des feuilles fixent, sous l'influence des rayons solaires, le carbone de l'acide carbonique de l'air; les échanges osmotiques, c'est-à-dire par absorption à travers la membrane périphérique, président à la nutrition ; les plantes épuisent constamment les matières qui affluent sans cesse autour d'elles. La plupart des animaux, au contraire, ont besoin de rechercher et de saisir les proies, vivantes ou mortes, animales ou végétales, dont ils se nourrissent.

Mais cette opposition entre végétaux et animaux, comme beaucoup d'oppositions d'ailleurs, a été trop exagérée. Dès 1898, j'ai montré qu'un certain nombre d'animaux marins, les crabes des profondeurs de la mer en particulier, possèdent, comme les plantes, la propriété d'absorber l'acide carbonique du milieu extérieur. Plus récemment, la

comtesse Maria von Linden a poursuivi des recherches remarquables sur la fixation du carbone par les chrysalides de certains papillons, en particulier des vanesses; il y a alors presque identité avec ce qui se passe chez les plantes : les chrysalides, sous l'influence de la lumière, absorbent l'acide carbonique du milieu ambiant et dégagent de l'oxygène; il y a fixation et utilisation du carbone : après un séjour d'environ trois mois dans une atmosphère riche en acide carbonique, des chrysalides augmentèrent de poids à peu près de 25 pour 100.

Une plante, dans l'air où elle vit, n'a guère à sa disposition, pour se nourrir, que l'acide carbonique; or, un animal marin se trouve dans des conditions beaucoup plus avantageuses. La mer contient, partout, à l'état dissous, de nombreuses substances nutritives, non seulement des substances salines, mais encore des substances organiques. C'est ce qu'a constaté récemment Auguste Pütter, de Göttingen, dans un travail sur lequel M. Caullery, dans la *Revue du Mois*, a attiré l'attention des chercheurs. Dans le golfe de Naples, en des points suffisamment éloignés du rivage, un litre d'eau de mer renfermerait 92 milligrammes de carbone, dont 27 proviendraient de l'acide carbonique et 65 de combinaisons diverses dissoutes; il y aurait 24.000 fois plus de carbone à l'état dissous que de carbone solide sous forme d'organismes. Tout porte à penser que ce carbone dissout est utilisé par les animaux marins : il serait

absorbé par les téguments, les branchies, la paroi du tube digestif. On ne peut même pas concevoir autrement la nutrition de certains êtres. Telle éponge qui pèse 60 grammes devrait capturer chaque heure, pour se nourrir, les êtres microscopiques compris dans 242 litres d'eau, soit 40.000 fois son volume ; or, au maximum, 300 grammes d'eau circulent pendant ce temps dans le corps de l'éponge. De même un radiolaire microscopique devrait épuiser, en une heure, 94.000 fois son volume d'eau. Chaque individu aurait besoin, pour subsister, d'un espace libre énorme.

Pütter, en admettant que beaucoup d'animaux marins se comportent comme des champignons et des bactéries que l'on cultive dans des solutions nutritives, révolutionne nos idées sur la nutrition des animaux, idées qui, comme dans bien des cas, dérivaient des conceptions anthropomorphiques.

Mais voilà qui réduit beaucoup la nécessité pour les animaux d'aller chercher leur nourriture. Les animaux marins ont, en abondance, du carbone dissous autour d'eux, et ils peuvent souvent se nourrir sans effectuer les mouvements nécessaires à la poursuite et à la préhension des proies vivantes.

La poursuite et la préhension des proies s'observent cependant chez les animaux les plus inférieurs, unicellulaires, infusoires et amibes.

La figure ci-jointe, donnée par Jennings (fig. 39), représente en effet la poursuite d'une amibe, *b*,

par une autre amibe, *a*. En *4*, une première fois l'amibe *b* se dégage ; mais elle est reprise de nouveau, en *6*, pour s'échapper presque aussitôt. A ce propos, les anthropomorphistes ont décrit les

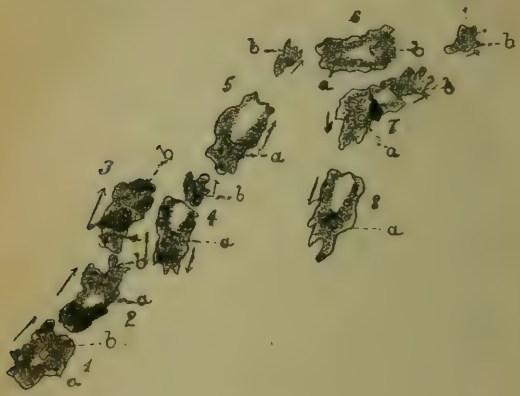

Fig. 39.

Poursuite d'une amibe par une autre amibe (d'après Jennings). — *a* poursuit *b* ; en 1, 2, 3, *b* est déjà saisi ; en 4, *b* s'échappe, et par suite *a* recule, mais bientôt *a* reprend sa marche en avant, rencontre de nouveau *b* et la saisit (6) ; en 7, celle-ci s'échappe définitivement, et *a* recule de nouveau.

« ruses » de l'amibe pour échapper à la poursuite. En réalité, ils sont tombés dans la fantaisie. Ici, il faut voir surtout des phénomènes de sensibilité différentielle ; si on remplaçait l'amibe *b* par une tige de verre mue par l'observateur, on obtiendrait le même résultat : l'amibe *a* quitte difficilement le contact du corps solide que l'on promène ; quand on rompt brusquement l'adhérence, le

changement mécanique qui en résulte pour l'amibe *a* en détermine le recul, comme le veut l'application de la loi de sensibilité différentielle.

Pour beaucoup d'auteurs, la capture des proies animales exigerait des « facultés psychiques très remarquables », telles que la mémoire et la volonté. Voyons ce qu'il faut penser de cette opinion en ce qui concerne les animaux unicellulaires.

Alfred Binet, dont la pensée est toujours si originale, a été un précurseur en psychologie animale ; il y a déjà longtemps qu'il a écrit, dans la *Revue philosophique* de Ribot, des pages tout à fait intéressantes sur la *Vie psychique des microorganismes*; entre autres, on y trouve déjà exprimée, d'une façon nette, la théorie des essais et erreurs de Jennings. L'auteur envisage surtout les mouvements nécessaires pour la préhension des aliments et le choix de la nourriture.

« Si l'on porte sous la lentille du microscope, dit-il, une goutte d'eau contenant des infusoires ciliés, on aperçoit des êtres qui nagent avec rapidité et parcourent en tous sens le milieu liquide où ils se trouvent. Les mouvements ne sont pas des mouvements simples; l'infusoire se dirige en nageant; il évite les obstacles; il s'y prend à plusieurs fois pour les contourner; son mouvement paraît approprié à un but, le plus souvent à la recherche de la nourriture; il s'approche de certaines particules en suspension dans le liquide; il les palpe avec ses cils, puis s'en éloigne, puis y revient, décrivant un voyage en zig-zag avec des

allures *analogues* à celles des poissons enfermés dans les aquariums : cette dernière comparaison vient naturellement à la pensée. Bref, le mouvement, chez les infusoires libres, présente tous les caractères du mouvement volontaire. »

J'ai indiqué précédemment que les mouvements en apparence si capricieux des animaux unicellulaires pouvaient trouver leur explication dans la combinaison des tropismes et des phénomènes de sensibilité différentielle. Zur Strassen, tout récemment, ne voit dans ces mouvements que de simples manifestations physico-chimiques de la matière vivante, et il conclut qu'il en est de même des mouvements des animaux supérieurs qui présentent tant d'*analogies* avec ceux des animaux inférieurs. Les ressemblances analogiques ont trompé beaucoup de psychologues : Binet et Zur Strassen entre autres ; là où le premier voyait de la volonté, le second voit des phénomènes physico-chimiques ; en réalité, entre l'activité d'un infusoire et celle d'un poisson, il y a des différences profondes.

Ces différences ressortent nettement des observations communiquées par l'illustre Maupas à Binet, et publiées par ce dernier dans son article. Je les reproduis à mon tour :

« Les ciliés, au point de vue de la préhension des aliments, dit-il, peuvent se diviser en deux grands groupes : 1° les ciliés à tourbillon alimentaire ; 2° les ciliés chasseurs.

« Les premiers n'exercent aucun choix réel dans

leurs aliments et ils absorbent indifféremment tous les corpuscules qui, par leur forme et leur densité, sont susceptibles d'être entraînés par leur tourbillon alimentaire. Chez les seconds, la bouche est, au contraire, constamment fermée. L'absorption de chaque proie se fait par un acte de déglutition absolument comparable à celui des animaux supérieurs. De plus, ces espèces ne se nourrissent que de proies vivantes qu'elles capturent et arrêtent avec leurs trichocystes. Elles exercent donc par le fait un choix dans les aliments. Mais *ce choix n'est pas*, à mon avis, *le résultat d'une préférence*, *d'un goût particulier*, mais de l'organisation spéciale de leur appareil buccal qui ne leur permet pas de prendre une autre nourriture.

« Ces infusoires chasseurs courent constamment à la recherche d'une proie, mais *cette chasse n'est pas dirigée vers un objet plutôt que vers un autre.* Ils circulent rapidement, changeant à tout instant de direction, la partie du corps portant les trichocystes d'attaque en avant. Quand *le hasard* les a mis en contact d'une victime, ils lui décochent leurs dards et la foudroient..... Il est fort rare que la victime foudroyée demeure immobile au contact immédiat de la bouche. Le chasseur alors tourne lentement sur place, se contournant à droite et à gauche, cherchant sa proie morte. Cette recherche dure au plus une minute, après laquelle, s'il n'est pas parvenu à trouver la victime, il repart au large et reprend sa course irrégulière et vagabonde. Ces chasseurs, à mon avis, n'ont aucun

organe sensoriel qui leur permette de percevoir à distance le voisinage d'une proie ; ce n'est que par leur course incessante et sans repos, jour et nuit, qu'ils réussissent à pourvoir à leur alimentation. Quand les proies sont nombreuses, les rencontres sont fréquentes, la course fructueuse et l'alimentation abondante; quand elles sont rares, les rencontres sont également peu nombreuses et le carnassier jeûne et fait Rhamadan... »

Ainsi *le hasard*, d'après Maupas, *présiderait à la recherche de la nourriture*, et il n'y aurait pas à faire intervenir, pour expliquer celle-ci, un facteur psychique. Le mode de recherche, cependant, est susceptible de varier suivant les circonstances mais j'ai fait observer déjà à maintes reprises que « variabilité » n'est pas synonyme de « psychisme ». Le fait suivant, rapporté par Maupas, est curieux : « Les infusoires à tourbillon, lorsqu'ils sont dans un milieu riche en aliments, sont à peu près complètement sédentaires, n'exécutent que de légers mouvements de position. Mais, si on les place dans un milieu pauvre en nourriture, ils deviennent aussi vagabonds que les chasseurs, et on les voit courir dans toutes les directions à la recherche d'aliments plus abondants. Il est difficile de trouver un exemple plus net de l'influence des conditions de milieu sur les habitudes et mœurs des animaux. » C'est là une première indication de l'intervention des « états physiologiques ».

Dans les mouvements de recherche de l'aliment, il est inutile de faire intervenir le psychisme. Il en

serait souvent de même en ce qui concerne le choix de l'aliment. On voit souvent des *Coleps hirtus* se heurter aux terribles suçoirs du *Podophrya fixa*, sans qu'il en résulte rien de mal pour eux : leur carapace solide les préserve du contact mortel des acinétiens. « Il n'y a donc pas chez ces derniers dédain des coleps, mais incapacité de les saisir, incapacité résultant d'une structure particulière de l'enveloppe tégumentaire des coleps. Les paramécies, qui échappent également, sont aussi pourvues d'un tégument assez résistant, qui leur sert de protection dans ce cas. Les stylonichies ont une enveloppe tégumentaire très molle ; aussi sont-elles saisies et dévorées sans peine par les acinétiens. La connaissance détaillée des différences de structure dans les enveloppes tégumentaires m'a fait abandonner, dit Maupas, l'idée d'une préférence ou d'un dédain dans le choix des victimes qui servent à la nourriture des acinétiens. *Ceux-ci accrochent au passage les proies qu'ils peuvent et non pas celles qu'ils veulent.* »

Toutes ces admirables observations auraient dû porter, comme celles de Pütter, un coup appréciable au psychisme des animaux inférieurs, un coup mortel à leur soi-disant volonté.

Les tropismes, actes purement mécaniques, peuvent, dans un assez grand nombre de cas, être utiles à l'animal pour la recherche de sa nourriture.

Dans maintes circonstances, une foule d'êtres,

parfois très différents les uns des autres, se rassemblent, grâce à leur héliotropisme, aux mêmes endroits, et alors les plus gros mangent les plus petits. D'une façon générale, chez les organismes nageurs, pélagiques, les tropismes jouent un rôle capital pour la conservation de l'organisme. Mais ils peuvent avoir également une utilité chez les animaux fixés. Beaucoup d'anémones de mer, par exemple, vivent dans les crevasses obscures des rochers, et présentent un héliotropisme positif, c'est-à-dire qu'elles dirigent, grâce aux courbures de la colonne, leur disque buccal vers l'ouverture de l'anfractuosité : de cette façon, les proies qui tendent à pénétrer sont saisies plus sûrement.

Les tropismes peuvent se montrer utiles jusque chez des animaux aériens aussi perfectionnés que les insectes. Beaucoup de ceux-ci évoluent sur les tiges des plantes, les branches des arbres, dont les feuilles leur servent d'aliments ; et là, souvent encore, le géotropisme et le phototropisme peuvent guider l'animal. Un exemple remarquable a été cité depuis longtemps par Loeb : celui des jeunes chenilles de *Porthesia*, dont le mode d'existence, pendant un certain temps, est fonction presque uniquement de la lumière. « Quand ces chenilles, au printemps, sont chassées de leur nid par l'élévation de la température, et qu'elles se trouvent ainsi au milieu des branches des arbustes, elles sont de véritables machines à héliotropisme positif. C'est à ce fait qu'elles doivent de se maintenir en vie. Car, à cette saison, elles ne peuvent avoir

d'autre nourriture que les jeunes feuilles qui poussent à l'extrémité des branches. Leur héliotropisme positif les oblige à ramper sur les branches jusqu'à leur extrême pointe et à y rester. Mais c'est là aussi qu'est leur nourriture. » On pourrait se demander si ce ne sont pas des substances odorantes contenues dans les bourgeons qui guident ainsi les chenilles ; mais l'expérience suivante réfute cette supposition : « Je mets les chenilles, dit Loeb, avant qu'elles aient pris aucune nourriture, dans un tube à essai placé perpendiculairement au plan de la fenêtre. Elles vont du côté de la fenêtre et y restent. J'introduis alors par l'extrémité opposée du tube un petit tas de bourgeons et de feuilles fraîches et je le pousse vers les chenilles jusqu'à une distance d'un centimètre environ. Elles restent immobiles du côté de la fenêtre et y meurent de faim, alors que leur nourriture les touche presque. Quand elles ont mangé les premiers bourgeons, leur héliotropisme s'atténue, et elles peuvent descendre pour retrouver de la nourriture sur d'autres branches. Ici donc l'héliotropisme joue un rôle capital pour la conservation de la vie de l'animal. »

Ces faits sont pour Wasmann l'occasion de réflexions montrant qu'il n'a pas compris ce qu'a dit Loeb, pourtant avec cette clarté qui est la caractéristique du grand biologiste.

Claparède, de son côté, se refuse à voir dans l'ascension des chenilles jusqu'à l'extrémité des branches le résultat d'une action physico-chimique

toute brute. Il admet bien que le soleil, la chaleur ou le parfum de la résine exercent sur la processionnaire du pin une action attractive, mais il fait observer : « La lutte pour la vie, la sélection, l'hérédité, le hasard lui-même, n'ont-ils pas créé au sein des tissus de multiples associations anatomiques ou dynamiques qui se sont précisées en se transmettant de génération en génération, et grâce auxquelles l'action d'une certaine force déclanche tel mouvement déterminé, l'action de telle autre force provoque telle autre réaction toute différente ? Y a-t-il là, ajoute-t-il, un processus différent de celui qui fait mouvoir, agir et penser les animaux les plus supérieurs, y compris l'homme? »

C'est avec des expériences, et non avec des phrases, quelque éloquentes qu'elles soient, qu'on peut essayer de résoudre les questions si obscures que nous discutons maintenant. Personne, je crois, en dehors des néo-psychologues allemands, ne nie les acquisitions du passé et l'importance chez les articulés des phénomènes associatifs qui se surajoutent aux tropismes. Ce dernier mot a reçu beaucoup de significations fantaisistes, et certaines ont pu faire dire qu' « entre les tropismes et les actes volontaires, il n'y a qu'une différence de degré ». J'ai essayé de montrer qu'entre les tropismes et les phénomènes associatifs il y avait une différence de nature.

J'ai cité une série de cas où les tropismes sem-

blent faciliter la recherche de la nourriture, mais c'est quelquefois le contraire. Ainsi, chez les insectes qui butinent sur les fleurs, l'orientation par rapport au vent (anémotropisme), à la lumière et à la gravitation est plutôt une gêne pour l'exploration des corolles.

J'ai fait de nombreuses observations sur les papillons du bord de la mer qui butinent sur les capitules des chardons. Sur nos côtes, aux mois de juillet et d'août, les *Eryngium maritimum*, au feuillage glauque et aux capitules violets, sont visités par une foule de satyres, aux teintes de feuille morte (*Satyrus Janira* ou *S. jurtina*), et de vanesses (*Vanessa cardui*, *V. urticæ*, *V. polychloros*, *V. Io*, *V. atalanta*). On trouve chez tous ces papillons une triple tendance à s'orienter par rapport au vent, au soleil, à la gravitation. Il y a longtemps que l'on sait que beaucoup d'animaux volent contre le vent; en 1889, Wheeler a consacré un mémoire à l'anémotropisme de certains insectes et a signalé en particulier qu'un grand nombre de mouches volent en faisant face au vent. Au bord de la mer, le vent est souvent, parmi les diverses forces extérieures, celle qui prédomine, et l'anémotropisme peut se trouver au premier plan de l'activité de l'animal. Un satyre vole contre le vent; quand il se pose sur une tête de chardon, c'est orienté dans la direction du vent. Mais l'insecte doit aller d'un fleuron à l'autre ; aussi sa tête décrit sur la surface convexe certaines lignes (fig. 40). Si le vent est fort, deux cas peuvent se

présenter : ou bien le papillon se déplace dans une même direction, celle du vent, la tête suivant une ligne méridienne, ou bien le corps se déplace latéralement, en restant toujours orienté face au vent et la tête décrit un arc de cercle situé dans un plan vertical. Mais dès que le vent devient moins fort, le mode d'exploration est autre : la tête trace à la surface du capitule une circonférence plus ou moins inclinée sur le plan horizontal, et peut alors visiter rapidement un beaucoup plus grand nombre de fleurons, ce qui est avantageux pour l'insecte ; si le plan du cercle est incliné sur l'horizon, c'est à cause de la lumière, l'animal évitant de la sorte certains éclairements. On voit par cet exemple combien, dans certains cas, les forces du milieu extérieur peuvent contrarier la recherche de la nourriture.

Fig. 40.

Mode d'exploration de la tête d'un chardon par les papillons (d'après Bohn). Le capitule est vu de haut; les lignes en pointillé représentent les divers chemins que peut suivre la tête du papillon en train de butiner.

En général, les chemins suivis par les animaux dans les tropismes présentent peu ou pas de sinuosités ; dans ces conditions les chances de trouver la nourriture sont moindres que si les trajectoires

étaient sinueuses et s'entre-croisaient dans toutes les directions ; quand l'animal se dirige dans de multiples directions, quand il court de droite et de gauche, les chances de rencontre se multiplient. On a parlé beaucoup dans ces dernières années de « mouvements d'essais », de « mouvements de hasard », et certains auteurs, comme Jennings, ne conçoivent pas la vie des organismes inférieurs sans la prédominance de ces mouvements. Par l'analyse que j'ai faite précédemment, j'ai été conduit à rejeter beaucoup des prétendus essais et à montrer que le hasard n'était le plus souvent qu'une illusion.

En effet, beaucoup des sinuosités des chemins suivis par les animaux inférieurs peuvent trouver une explication dans la combinaison des tropismes et des phénomènes de sensibilité différentielle. Il arrive ainsi que *ceux-ci tempèrent en quelque sorte les inconvénients des tropismes*. Mais l'*intervention des rythmes vitaux peut aussi les tempérer*. A cet égard l'exemple des littorines est fort instructif. Fréquemment ces mollusques sont esclaves de leurs tropismes : ils sont entraînés en quelque sorte *fatalement* par des forces telles que la gravitation et l'attraction lumineuse ; ils suivent, comme je l'ai montré, certains chemins que l'on peut prévoir à l'avance ; un caillou obscur peut produire une déviation du chemin, et il arrive ainsi à une littorine de passer à quelques millimètres d'un caillou couvert d'ulves, où elle pourrait trouver un abri, de la fraîcheur, de la nourri-

ture : or, le mollusque, bien qu'affamé, continue son chemin comme s'il était attiré par une force fatale, comme s'il ne voyait pas, ne sentait pas. Mais le tropisme se trouve être sous la dépendance des oscillations de l'état physiologique de l'animal : il y a des périodes de phototropisme négatif, des périodes de phototropisme positif, et par suite des moments dans la vie de l'être où le phototropisme s'annule, c'est-à-dire où l'être s'affranchit en quelque sorte de la force du milieu extérieur qui le guidait. Alors, les chemins deviennent sinueux, et dans tous ces mouvements de va-et-vient le mollusque trouve sa nourriture. Tel est souvent le cas à mer basse, dans les flaques littorales, après que les littorines ont été battues par les vagues de la mer.

§ 2. — DE L'ADAPTATION DES DIFFÉRENTS ACTES DES ANIMAUX.

Le lecteur de ce livre pourra trouver que j'y ai envisagé l'activité des animaux d'une façon un peu trop unilatérale. Parmi les multiples manifestations de cette activité, j'ai dû forcément faire un choix, et j'ai choisi, comme je vais essayer de le montrer, ce qui m'a paru le plus intéressant pour la résolution des problèmes de l'évolution du psychisme et de l'origine de l'intelligence.

J'ai étudié, d'une part, l'action directrice des forces du milieu extérieur, et, d'autre part, comment ces forces, soit isolées, soit associées, peu-

vent *déclancher* les mécanismes de déplacement et de changement d'orientation des organismes. Ainsi j'ai passé en revue les tropismes et, parmi les activités qui ont leur origine dans la sensibilité différentielle et les associations de sensations, celles qui modifient ou complètent l'activité directrice des tropismes. Mais les stimulants externes peuvent déclancher d'autres mécanismes : par exemple la sensibilité différentielle peut se manifester par des rétractions des animaux dans des tubes, à l'intérieur de coquilles, ou même par la rétraction d'une certaine partie du corps dans l'autre (fermeture des anémones de mer, qui cachent ainsi leurs tentacules) ; de même les associations de sensations peuvent entraîner les activités les plus variées....

Dans tout cela, il n'y a que des réponses *totales* des organismes. Je n'ai guère parlé des réponses partielles : des réflexes, des suites localisées de réflexes... J'ai cité cependant l'autotomie, ou faculté de briser à la base la patte saisie, l'habillement des crabes, résultat de séries de mouvements des appendices...

Dans la conquête scientifique de la psychologie animale, les grands combats ont été livrés autour des tropismes et des phénomènes qui les modifient et les complètent. Mais, certains auteurs ont pensé que l'étude des réflexes était susceptible de jeter une vive lumière sur les questions controversées de la psychologie comparée, et cela surtout à cause du *caractère adaptatif* de ces réactions.

La notion de *réflexe* a besoin d'être précisée ; comme bien d'autres notions, — en particulier celles de tropisme, d'instinct, — elle a donné lieu à des confusions fâcheuses.

Nous devons aux physiologistes purs une conception fort étroite du réflexe. Ceux-ci, avec le scalpel, cherchent constamment à isoler les organes qui composent l'organisme ; ils dégagent un nerf, l'excitent en un point, obtiennent une réponse musculaire. L'excitation *directe* du nerf aurait produit un influx nerveux centripète qui se serait réfléchi au niveau des centres nerveux pour gagner, ar voie centrifuge, le muscle. C'est là la conception classique du réflexe.

Mais il est bien rare que dans les conditions normales un nerf soit excité ainsi.

On coupe, on pince, on brûle le nerf de la patte d'un crabe ; celle-ci se brise à la base. Voilà le réflexe tel que le conçoivent les physiologistes, voilà le réflexe qui se présente toujours avec les mêmes caractères essentiels, le réflexe rigide, immuable. Mais vient-on à porter des excitations variées sur les téguments de la patte et n'obtient-on que dans certains cas la même rupture, voilà nos physiologistes tout déroutés vis-à-vis d'un phénomène qui ne leur est plus familier. Au lieu de modifier leur conception du réflexe, certains préfèrent invoquer quelque pouvoir mystérieux, qualifié de psychique, voire même de volontaire.

Ces physiologistes, qui ne sont guère biologistes, oublient trop facilement que dans les conditions

habituelles, il y a un écran cellulaire (téguments) interposé entre l'excitant et les terminaisons sensitives du nerf ; c'est cet écran qu'ils détruisent avec le scalpel dans leurs expériences de vivisection.

Faire abstraction de l'appareil récepteur périphérique, voilà une première erreur des physiologistes considérés. Ils sont ainsi conduits, en présence de *variations* du réflexe, à chercher leur origine, non dans l'appareil récepteur périphérique, mais bien dans les centres nerveux.

Attribuer à ces centres nerveux une importance très grande dans la production du réflexe, voilà une seconde erreur de nos physiologistes. Ceux-ci ont toujours la pensée aux animaux supérieurs ; or, chez les animaux inférieurs, Loeb a montré qu'il y a des réflexes indépendants des centres nerveux, et qui offrent d'ailleurs une variabilité très grande. Chez un polype, un ver, un mollusque, voire même un articulé, très souvent la suppression du ganglion considéré comme centre réflexe n'influe guère sur la production de l'acte réflexe. Tant qu'il subsiste un lien protoplasmique entre les éléments cutanés et les éléments musculaires, les irritants périphériques peuvent engendrer des réactions réflexes *appropriées*. Le caractère de tout mouvement réflexe est déterminé par son lieu d'origine périphérique.

Lorsque, dans le chapitre XI, j'ai discuté les causes de la variabilité des réactions des animaux, j'ai été amené à établir des distinctions, que je

considère comme très importantes : 1° origine organique ou chimique ; 2° origine périphérique, ou réceptive, ou sensorielle ; 3° origine centrale, ou associative, ou psychique. Je ne parle de psychisme que lorsqu'il y a : « mémoire associative » ; je ne vois donc de psychisme que dans le troisième cas.

Un réflexe se faisant dans une région localisée de l'organisme, malgré sa variabilité, n'est pas un acte psychique. Il est vrai qu'il y a souvent dans les organismes des enchaînements de réflexes. Une excitation produit un mouvement ; ce mouvement en entraîne un autre ; et ainsi de suite. Si, dans bien des cas, le rôle conducteur du système nerveux est alors manifeste, souvent aussi la suppression de ce système n'a pas entraîné une altération de la *coordination motrice*. Nous touchons là à une question délicate de la physiologie, mais au fond moins intéressante qu'on pourrait le croire pour la psychologie comparée. Il s'agit en effet le plus souvent de *déclanchements en série* se faisant à travers l'organisme, chaque mouvement une fois produit entraînant lui-même une nouvelle excitation interne qui déclanche un nouveau mouvement. Mais il ne s'agit pas d'un déclanchement d'un complexe de mouvements sous l'influence d'un état particulier des centres coordinateurs consécutif à la *fusion* de sensations variées. C'est précisément cette fusion qui est intéressante à considérer dans les discussions sur le psychisme et l'intelligence.

Herbert Spencer a défini le domaine de la psy-

chologie de la manière suivante : « La psychologie n'est pas la connexion entre les phénomènes internes, ni la connexion entre les phénomènes externes, mais elle est la connexion entre ces deux connexions. » Or, l'étude des réflexes simples et celle des « déclanchements en série », dont je parlais il y a un instant, interviennent surtout dans le problème des connexions internes, de la coordination motrice ; l'étude des déclanchements provoqués par des associations de sensations intervient dans le problème des connexions entre connexions internes et connexions externes, autrement dit dans les questions que se pose la psychologie.

Il est vrai que le mot réflexe a été souvent employé dans un autre sens que son sens originel, et on a désigné sous le nom de « réflexe total » des modes d'activités assez variés, parfois très complexes. L'exemple suivant est probant à cet égard :

On doit à Uexküll de jolies expériences sur la fuite des libellules. Il suffit de comprimer le dernier anneau de l'abdomen d'un de ces insectes, pour que celui-ci se courbe, que les pattes abandonnent le support et que les ailes commencent à battre : c'est là ce que l'auteur appelle le « réflexe total » de la fuite. Chez l'insecte décapité, ces mouvements s'arrêtent dès que l'excitation cesse ; mais il n'en est pas de même chez l'insecte normal : après la cessation de l'excitation, le battement des ailes continue pendant un certain temps encore. On obtient des résultats analogues par excitation électrique des ganglions nerveux : quand

on excite les ganglions ventraux qui commandent aux ailes, le battement débute avec l'excitation et cesse en même temps qu'elle ; au contraire, si c'est le cerveau que l'on excite par ce même courant, le mouvement continue plusieurs minutes encore après cessation de l'excitation. Uexküll conclut de ces faits que le cerveau des libellules contient un appareil capable de maintenir en mouvement, pendant un temps assez long, des muscles qui avaient répondu de façon réflexe à une excitation. La durée des mouvements se trouve ainsi sous la dépendance des organes supérieurs des sens, et en particulier de la vue.

Ces observations fort intéressantes devront intervenir comme complément dans l'application de la loi que j'ai énoncée du retour progressif à l'état de repos.

Du fait qu'un acte est *adapté* à un but, a-t-on le droit de le qualifier de « psychique »? Si oui, le psychisme serait presque partout dans la nature. Souvenons-nous, avec Nuel, que les travaux de Pavlov ont démontré que les sucs digestifs, sécrétés par de « purs actes réflexes », sont toujours appropriés, quantitativement et qualitativement, au travail digestif à accomplir, travail qui varie avec la quantité et la qualité des aliments ingérés.

D'ailleurs, il ne faut jamais perdre de vue que l'adaptation, la finalité, est un fait à expliquer, et non une explication.

Examinons rapidement, au point de vue des

caractères adaptatifs, les différents modes d'activité animale.

Les réflexes, quoique non psychiques, sont souvent parfaitement adaptés aux conditions extérieures : cette adaptation résulterait d'une sorte d'apprentissage des cellules périphériques, sensorielles. Or, un apprentissage cellulaire ne peut, ne doit être identifié à l'apprentissage d'un appareil aussi compliqué que le système nerveux des animaux pluricellulaires.

Les tropismes, dans leur essence même, ne sont pas forcément adaptés, car ils ne s'apprennent pas. Il peut se trouver que le phototropisme présenté par un animal lui soit plus ou moins utile, mais il peut se trouver aussi qu'il lui soit nuisible : beaucoup de tropismes conduisent les animaux à la mort. Dès que la matière vivante est excitable par une force du milieu extérieur, le tropisme correspondant est un phénomène *forcé :* que le résultat soit bon ou mauvais pour l'organisme, peu importe. Wasmann, Claparède, et tant d'autres, ont souvent raillé ces tropismes *meurtriers*, sans se rendre compte qu'il y a là précisément une preuve du caractère forcé de ces réactions.

D'ailleurs, dans bien des cas, les dangers des tropismes sont palliés par l'intervention de la sensibilité différentielle. Celle-ci tend toujours à es manifester par un renversement du sens de la marche : si le tropisme conduit l'animal dans une région nocive pour lui, celui-ci tend à revenir en arrière. Les phénomènes de sensibilité différen-

tielle, soumis à des lois précises, se présentent à nous comme les procédés les plus simples pour éviter les variations nuisibles du milieu extérieur; les *mêmes* procédés sont employés par les animaux les plus variés, insectes aussi bien qu'infusoires; ils ont dû être acquis dans le passé le plus lointain; ils ont le caractère d'automatisme parfait des plus anciennes acquisitions. Mais *ils sont trop simples, trop automatiques, pour pouvoir être suffisants dans toutes les circonstances.*

La possibilité d'une fusion dans un organisme de sensations diverses, simultanées ou successives, a révolutionné les moyens de défense et les procédés d'adaptation. L'adaptation aux multiples circonstances liées à la présence des divers objets dans le milieu extérieur est la conséquence des processus d'association étudiés plus haut.

Chez les êtres supérieurs, l'*éducation associative* vient *ajouter* aux vieux modes d'activité animale : tropismes, manifestations de la sensibilité différentielle, des modes nouveaux, variés, répondant aux exigences du progrès. Et nous la voyons s'exercer surtout là où les anciens procédés se montrent insuffisants.

Là où les tropismes, innés, se trouvent mal adaptés aux circonstances du milieu extérieur, les phénomènes associatifs finissent par prendre la prédominance.

L'influence de l'éducation associative ressort nettement des faits suivants :

I. Avant l'éducation associative individuelle,

l'animal supérieur emploie souvent encore les procédés des animaux inférieurs, celui des tropismes entre autres.

Les larves des crustacés qui viennent de sortir de l'œuf présentent presque toujours un phototropisme très marqué, qui est abandonné ensuite, l'animal se laissant guider par des phénomènes associatifs, où les sensations visuelles interviennent avec les sensations tactiles et le sens musculaire. De même les larves des poissons. Il est jusqu'aux jeunes d'une tortue aquatique qui, d'après des observations récentes de Davenport, pendant les douze heures qui suivent l'éclosion, présentent un phototropisme et un géotropisme positifs qui les incitent à descendre les pentes les conduisant à l'eau.

II. Un animal adulte bien éduqué, habitué à un environnement donné, ne présente presque plus les tropismes : d'autres impulsions ayant leur origine dans l'association des sensations visuelles entre elles et avec les autres sensations seront devenues plus fortes. Mais si tout à coup on transporte l'être vivant dans un milieu nouveau, les tropismes pourront reprendre momentanément leur importance.

On a parlé souvent de l'intervention de la sélection dans l'activité animale : les diverses possibilités motrices d'un organisme peuvent se contrarier les unes les autres; les plus avantageuses finiraient par l'emporter, et tout se passerait comme s'il se faisait un choix. Eh bien, dans la lutte

entre les divers modes d'activité, ceux qui dérivent des processus associatifs entre sensations différentes finiront par l'emporter sur les tropismes.

C'est là une conception toute différente de celle de Jennings. Pour ce savant, la sélection s'effectuerait entre les divers mouvements d'essais et le résultat final serait un tropisme. Pour nous, le tropisme, comme l'a dit Loeb, est quelque chose d'inné, et il serait un des éléments sur lequel s'exercerait la sélection.

L'évolution psychique des animaux résulterait en quelque sorte de la lutte qui s'est engagée entre les vieilles survivances du passé : tropismes, phénomènes de sensibilité différentielle, et les nouvelles acquisitions, fruit de la « mémoire associative ». Le progrès s'est fait péniblement, en quelque sorte à coups de révolutions.

Je vais essayer d'esquisser l'histoire de ces révolutions, mais auparavant je veux, moi aussi, dans un autre domaine, celui de la pensée humaine, essayer de détruire une vieille survivance du passé, la notion de l'*Instinct*.

LIVRE V

CRITIQUE DES NOTIONS CLASSIQUES ET ÉVOLUTION DU PSYCHISME

CHAPITRE XXIII

L'Instinct.

« L'instinct n'est rien. » (CONDILLAC.)

---

§ 1. — LES ORIGINES DE LA NOTION D'INSTINCT.

Dans les longs exposés de ce livre, à aucun moment, je n'ai éprouvé le besoin de me servir du mot *instinct;* je dirai plus : quand j'ai rencontré ce mot dans les auteurs, chez lesquels j'ai puisé les faits que j'exposais, je me suis abstenu de l'employer. Dans la narration des faits, je n'ai éprouvé aucune difficulté à ne pas user de ce terme; tout au contraire, quand celui-ci s'est présenté à moi, j'ai ressenti comme une gêne. Le plus souvent, c'est, en quelque sorte, inconsciemment

que j'ai éliminé le mot *instinct*, et il n'est intervenu aucun parti pris de ma part.

D'ailleurs, j'ai constaté que j'avais eu d'illustres prédécesseurs dans cette manière de faire.

Dans l'admirable Introduction à l'*Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, Lamarck esquisse l'évolution mentale, depuis les animaux les plus simples jusqu'à l'homme, et il ne prononce pas le mot d'*instinct*. Edmond Perrier, dans la Préface au livre de Romanes, et malgré la profonde admiration qu'il professe pour Lamarck, s'en étonne : « Le grand problème de la psychologie animale, dit-il, est cependant le problème de l'instinct. » (p. XVIII.)

Près d'un siècle après Lamarck, dès le début du livre : *la Dynamique des phénomènes de la vie*, Jacques Loeb dénonce comme mauvaises, condamne les expressions d' « instinct » et de « volonté » que « nous a léguées la philosophie métaphysique ». Loeb laisse au mot « instinct » son sens métaphysique, et il le repousse comme tel parce que toujours il n'éveillera, en notre esprit, que des choses diverses et imprécises ; il le repousse comme un des représentants des vieilles tendances qui ont étouffé, pendant longtemps, l'essor scientifique... Henri Piéron a voulu, au contraire, sauver les mots d' « instinct », de « volonté », en les « objectivant ». Et il s'étonne que Loeb n'en ait pas fait autant que lui et ait conservé à ces mots leur sens philosophique. Comme Loeb conserve la définition de l'instinct donnée par beaucoup de

philosophes, et « adoptée par Romanes », à savoir : « un acte réflexe dans lequel il y a un élément de conscience », au lieu de donner une caractéristique objective, Piéron laisse croire à ses lecteurs que Loeb n'est qu'un imitateur de Romanes, — alors que les deux noms de Loeb et de Romanes représentent, dans l'histoire de la psychologie comparée, deux tendances qui sont entre elles comme l'action et la réaction.

Loeb a préféré se débarrasser d'un mot qui a derrière lui un passé fort compromettant et n'a pas cherché, par conséquent, à lui rendre une virginité nouvelle.

Voyons, précisément, quel est ce passé?

On trouve des indications précieuses à cet égard dans le livre de Flourens : *l'Instinct et l'Intelligence*, qui a consacré, en quelque sorte, l'opposition entre ces deux notions.

Flourens déplore tout d'abord que « bon nombre de naturalistes et de philosophes n'aient jamais employé le mot *instinct*, n'aient pas senti le besoin de l'idée qu'il représente » ; il cite entre autres : d'une part, Aristote et Locke, pour lesquels l'intelligence de l'animal vaut celle de l'homme au degré près ; d'autre part, Descartes et Malebranche, célèbres pour leur conception des « bêtes-machines » ; il s'étonne surtout de trouver en leur compagnie Condillac, « esprit si fin et si sûr et qui a poussé si loin l'analyse philosophique ».

Je croirais plutôt que l'instinct n'est pas sorti

de l'analyse philosophique. L'instinct, avec ses merveilles, a été considéré longtemps comme un don de Dieu, et ce ne serait qu'ensuite qu'il aurait revêtu une signification métaphysique.

Pour Bossuet, pour Leibniz, l'instinct, c'est un don de Dieu.

Dans la *Connaissance de Dieu et de soi-même*, Bossuet s'exprime ainsi : « Après avoir prouvé que les bêtes n'agissent point par raisonnement, examinons par quel principe on doit croire qu'elles agissent. Car il faut bien que Dieu ait mis quelque chose en elles pour les faire agir convenablement comme elles font, et pour les pousser aux fins auxquelles elles sont destinées. Cela s'appelle ordinairement *instinct*. Mais comme il n'est pas bon à s'accoutumer à dire des mots qu'on n'entende pas, il faut voir ce qu'on peut entendre par celui-ci, Ce mot d'instinct, en général, signifie impulsion : il est opposé à choix, et on a raison de dire que les animaux agissent par impulsion plutôt que par choix. »

Dans ses *Nouveaux essais sur l'entendement humain*, Leibniz déclare, — « avec un sens profond » ajoute Flourens — : « Dieu a donné à l'homme des *instincts* qui portent d'abord et sans raisonnement à quelque chose que la raison ordonne ».

Ainsi Dieu, en créant chaque animal, lui aurait donné l'*instinct*, en vue de tel *acte particulier*, et cet instinct originel se serait transmis tel quel, à travers les générations successives, à *tous* les indi-

vidus actuellement vivants d'une même espèce. L'instinct, dans sa « spécialité » et son « universalité », se présente donc comme quelque chose de *fixe*, d'*immuable*, d'inné et de non perfectible.

Spécialité, universalité, fixité, perfection originelle, tels sont les caractères de l'Instinct donnés dans les Traités classiques de Philosophie (Rabier).

Les variantes proviennent de ce que la conscience, tantôt intervient, à des degrés divers, tantôt n'intervient pas.

On conçoit aisément que les frères Cuvier, Georges et Frédéric, qui ont imposé la théorie fixiste au monde savant, aient attaché une si grande importance à la notion fixiste de l'Instinct. Mais il est intéressant de rechercher comment se sont comportés les évolutionnistes vis-à-vis de cette notion.

La plupart l'ont adoptée; presque seul, Lamarck, plus conséquent que les autres, l'a laissée de côté, indiquant seulement que l'instinct découle de l'habitude. Un des points les plus étranges de l'histoire du transformisme est le fait que Darwin et son disciple Romanes ont admis la notion originellement fixiste de l'instinct, patronnée si chaudement par les frères Cuvier et Flourens. C'était une inconséquence; elle eut les suites les plus fâcheuses. Depuis cinquante années, les cerveaux dans lesquels se sont incrustées les idées de Darwin se sont torturés à essayer de *concilier des choses inconciliables*.

Les darwinistes, selon leurs tendances, ont cherché la solution du problème, insoluble, dans deux voies différentes.

Romanes, pour qui l'instinct est la base des problèmes de la psychologie animale, et, à sa suite, beaucoup d'auteurs anglais et français, ont cherché dans une voie; beaucoup d'Allemands, au contraire, néo-darwiniens, ont cherché dans une autre voie. La première voie se trouve tracée dans le domaine de l'anthropomorphisme; la seconde se déroule d'abord dans celui du mécanisme, mais elle ne tarde pas à dévier et à pénétrer en plein cœur du domaine de l'anthropomorphisme.

§ 2. — LES OPINIONS SUR L'INSTINCT EN ANGLETERRE ET EN FRANCE.

Engageons-nous d'abord dans la première voie avec Romanes et ses imitateurs.

Ceux-ci ne tardent pas à étendre l'intelligence à toute la série animale, à l'attribuer même aux animaux les plus inférieurs. Romanes reconnaît que, dans son sens primitif, l'intelligence, opposée d'ailleurs à l'instinct, c'est la *raison*, c'est-à-dire la faculté de concevoir les analogies, les rapports; c'est le *raisonnement*, ou faculté de conclure sur des relations reconnues équivalentes. « Ce serait là le seul sens légitime du mot », mais « comme cette faculté de peser les rapports, et d'arriver, de déduction en déduction, à prévoir les probabilités, est susceptible de degrés sans nombre, et que le

mot raison semble hors de proportion avec ses manifestations élémentaires, on se servira souvent, en pareil cas, du mot *intelligence* », qui se trouve ainsi prendre un sens différent de son sens originel chez les animaux inférieurs. Voilà l'*anthropomorphisme*.

Mais revenons à l'instinct, ou mieux aux instincts. Romanes, en effet, en présence de ceux-ci, a senti qu'il avait affaire à des choses très disparates ; il a reconnu d'ailleurs qu'« il y a peu de mots dans notre langue auxquels on ait attribué autant de significations différentes qu'au mot instinct » et que chaque auteur a *sa manière* de considérer l'instinct. Il s'est trouvé dans la nécessité d'établir deux catégories d'instincts : les *instincts primaires*, nés par sélection naturelle, et les *instincts secondaires*, qui ont une origine intellectuelle. Les instincts primaires résultent d'habitudes non intelligentes, dépourvues d'adaptation, et qui sont transmises par hérédité ; mais ces instincts ne sont plus, pour Romanes, absolument immuables : ils admettent des variations qui peuvent se transmettre par voie héréditaire et sur lesquelles s'exerce la sélection naturelle ; celle-ci laisse subsister seulement les plus favorables. Les instincts secondaires résultent d'adaptations intelligentes, qui, par leur répétition fréquente, deviennent automatiques et subconscientes, voire même absolument inconscientes.

Ainsi *l'instinct pourrait dériver de l'intelligence*, rabaissée d'ailleurs, comme nous l'avons vu. — A mesure que l'on étend l'« intelligence » aux ani-

maux inférieurs, une foule d' « instincts » paraissent dériver de celle-ci. Cette idée du retour à l'automatisme, à l'inconscient, d'actes « intelligents », va avoir un succès prodigieux. C'est d'ailleurs une transposition anthropomorphique de l'idée de Lamarck, comprise dans la loi de l'habitude. Romanes l'avait empruntée à Darwin.

« Herbert Spencer, dit Darwin, soutient que les premières lueurs de l'intelligence se sont développées par la multiplication et la coordination d'actions réflexes : or, bien que la plupart des instincts les plus simples se confondent avec les actions réflexes, au point qu'il est presque impossible de les distinguer les uns des autres, les instincts les plus complexes paraissent s'être formés cependant indépendamment de l'intelligence. Je suis, toutefois, très éloigné de vouloir nier que des actions instinctives puissent perdre leur caractère fixe et naturel, et être remplacées par d'autres accomplies par la libre volonté. D'autre part, certains actes d'intelligence... peuvent, après avoir été pratiqués pendant plusieurs générations, se transformer en instincts héréditaires... Mais la plupart des instincts plus complexes paraissent avoir été acquis d'une manière toute différente par la sélection naturelle des variations d'actes instinctifs plus simples. »

Ainsi, *suivant les cas, l'instinct pourrait devenir intelligence, ou l'intelligence devenir instinct ou l'instinct se perfectionner, se compliquer et s'adapter par sélection.* Qu'est-ce donc, en réalité, maintenant que l'instinct et l'intelligence ? On saisit mal et

confusément leurs rapports ; on est souvent embarrassé pour établir une distinction entre des notions qui ont perdu désormais la signification qu'elles avaient encore dans la théorie fixiste. N'aurait-il pas mieux valu les laisser sombrer?

En France, on est resté attaché à ces notions, parce qu'on est resté complètement étranger à l'évolution récente de la psychologie animale. Darwin, Romanes sont encore nos guides. Et même des esprits aussi indépendants que Edmond Perrier, Le Dantec, marchent, malgré leur culte pour Lamarck, trop exclusivement dans la voie qui a été suivie par Darwin.

Edmond Perrier est arrivé, précisément, tout à fait indépendamment de Romanes, exactement aux mêmes conclusions que cet auteur. L'éminent savant français, en le faisant remarquer, conclut que la vérité est une.

Récemment, les instincts primaires et secondaires n'ont pas suffi à P. Hachet-Souplet, qui a cru devoir créer « la chose et le mot » de « sur instinct ».

Le Dantec, lui, a *traduit* en langage physiologique les définitions de Romanes. Pour lui, « l'instinct est l'ensemble des facultés d'un organisme qui dépendent du fonctionnement des parties adultes du système nerveux, l'intelligence est l'ensemble des facultés d'un organisme qui dépendent du fonctionnement des parties modifiables de ce système ».

Mais, pour Le Dantec, la délimitation entre l'ins-

tinct et l'intelligence a un caractère éminemment provisoire à cause de la loi d'habitude de Lamarck. « Tel cas, dit-il, qui a d'abord pu être considéré comme intellectuel, prend, s'il est exécuté souvent, un caractère instinctif, en ce sens que le chemin, qui correspond à sa détermination, se trace définitivement dans les centres nerveux, ajoutant ainsi une partie adulte aux parties invariables. Les instincts acquis par habitude sont appelés instincts secondaires; lorsqu'ils sont acquis pendant une longue suite de générations, ils peuvent devenir héréditaires et se transformer ainsi en instincts primaires ou innés, communs à tous les êtres d'une même variété. »

Ainsi, « *tous les instincts proviendraient des mouvements intellectuels fixés par une longue habitude* ». C'était déjà l'opinion de Lewes, pour lequel tous les instincts ont dû être d'abord intelligents. L'intelligence, *qui s'étend à tous les degrés de l'échelle animale*, peut devenir instinct.

Il y a une vue exacte : celle de Lamarck, mais pourquoi parler d' « intelligence » à tous les degrés de l'échelle animale? Lamarck s'en était gardé.

§ 3. — LES OPINIONS SUR L'INSTINCT EN ALLEMAGNE.

En France, du moins, on revient ainsi à une conception simple et uniforme de l'instinct. En Allemagne, au contraire, les choses se sont embrouillées étrangement. L'histoire vaut la peine d'être racontée.

Pour la comprendre, il faut se souvenir de l'impression, si forte mais trop fugitive, qu'a faite sur les Allemands la publication des mémoires de Loeb sur les tropismes, et, d'autre part, de l'importance qu'a pris, pour eux, dans ces derniers temps, le Weismannisme.

Le point de départ de la nouvelle École allemande a été, je l'ai déjà dit, le contraire du point de départ de la vieille École anglo-française, l'*antianthropomorphisme* ; mais cela n'a été que le point de départ : il s'est produit bientôt un retour insconscient vers l'anthropomorphisme. Au début, comme à la fin de ces deux évolutions contraires, les Allemands n'y ont pas été de mains mortes. Au début, antianthropomorphistes acharnés, ils ont nié rien moins que les sensations chez les animaux. A la fin, ils ont fini par accorder à ces mêmes animaux la raison !

1° *Négation des sensations chez les animaux inférieurs.* — Pour beaucoup d'auteurs allemands, l'activité des animaux inférieurs serait faite uniquement de « tropismes », entendus actes purement mécaniques. Ces animaux réagiraient mécaniquement aux causes nuisibles ; ils se soustrairaient à ces causes grâce aux tropismes, actes qu'on explique sans faire intervenir la sensibilité de l'organisme. *La sensibilité serait inutile chez les animaux inférieurs.*

Certains auteurs ont été ainsi conduits à considérer les *sensations* comme une sorte de *luxe inu-*

tile chez ces animaux, et ils ont été même plus loin, jusqu'à *nier les sensations chez eux*. Pour Ziegler, « il est peu probable que les animaux inférieurs ressentent la douleur »; un ver qu'on écrase et qui contourne son corps de multiples manières ne souffrirait pas! La *douleur*, dit-il, doit être considérée comme un *signal d'alarme* [1], qui permet à l'animal de se soustraire à l'altération actuelle du corps ou de l'éviter dans l'avenir; chez les animaux qui réagissent mécaniquement aux causes nuisibles, ce signal serait inutile, superflu. La douleur serait un luxe inutile; or, il n'y a pas de luxe inutile dans la Nature; donc, la douleur n'existe pas.

Ce raisonnement peut nous paraître bizarre. Pour moi, j'en attribue toute la faute à Morgan, célèbre savant anglais, qui a écrit, de 1891 à 1900, une série de livres sur les questions de psychologie comparée, et qui a énoncé, avec une netteté très remarquable, comme principe fondamental de cette science, la *loi* dite d'*économie* : « En psychologie animale, il ne faut dans aucun cas interpréter une action comme étant le résultat de l'exercice d'une faculté mentale élevée, si elle peut être considérée comme la conséquence du jeu d'une faculté siégeant plus bas dans l'échelle

1. Il est regrettable que les Allemands fassent abstraction complètement de la notion de sensibilité différentielle, et croient que les tropismes sont toujours avantageux pour l'animal. J'ai montré précisément plus haut que la sensibilité différentielle tempère les inconvénients et les dangers des tropismes.

physiologique. » Or, ce principe, qui a été érigé contre l'envahissement de l'anthropomorphisme et qui a eu son heure d'utilité, ce principe conduit, comme le fait bien remarquer Claparède, à des explications simplistes, et, à ce titre, a été combattu, en particulier, par un psychologue américain bien connu, Wesley Mills (1898) : « Pourquoi, dit cet auteur, devrions-nous nous lier nous-mêmes par une règle aussi dure et rigide que celle-ci? N'est-ce pas la vérité que nous désirons atteindre? Pour moi, je suis devenu de plus en plus sceptique sur la validité des explications simplistes pour la manifestation de la vie animale, physique ou mentale. »

Ce principe conduit à nier tout ce qui serait inutile..., par conséquent, la douleur, les sensations...

Là, où il y a des tropismes, il n'y aurait pas de douleur, de sensations. Ceci est loin de me paraître évident, d'autant plus que les tropismes sont toujours chez les animaux, d'après ce que j'ai observé, accompagnés de phénomènes que Loeb lui-même a qualifiés de « *sensibilité* différentielle ».

2° *Attribution de la raison aux animaux inférieurs.* — Dénier, comme l'ont fait certains Allemands, les sensations aux animaux inférieurs, voilà qui a eu, à mon sens, les conséquences les plus fâcheuses.

Si les animaux inférieurs n'ont pas de *sensations*, on ne peut parler d'*associations de sensations*. Les

instincts s'expliqueraient exclusivement par des tropismes ou des combinaisons de tropismes ; mais, au milieu de la vie instinctive des animaux, il y a des cas indiscutables d'expérience individuelle. Du moment qu'on ne peut parler dans ces cas d'associations de sensations, il est nécessaire d'invoquer quelque chose de nouveau ; on a invoqué la « raison » !

Ainsi une abeille, une araignée, n'aurait pas de sensations, mais raisonnerait !

Voilà où en est arrivé Ziegler en particulier. C'est le cas de dire qu'il y a ici une solution de continuité dans la nature.

Conséquence : 3° *Opposition entre l'instinct et la raison.* — Ziegler accentue cette discontinuité en insistant sur une opposition qu'il considère comme fondamentale : celle des *réflexes* et *instincts* d'une part et de la *mémoire* et du *raisonnement* d'autre part. Les réflexes et instincts seraient des facultés de l'organisme héritées, dépendraient des voies nerveuses héréditaires (*cléronomes* de Ziegler); la mémoire et le raisonnement dépendraient, au contraire, des voies acquises pendant la vie individuelle (*enbiontiques* de Ziegler).

C'est là, en somme, la vieille opposition de l'instinct et de l'intelligence. L'antianthropomorphiste Ziegler finit par se rencontrer avec l'anthropomorphiste Romanes. Et l'on peut se demander si Le Dantec, en énonçant ses définitions de l'instinct et de l'intelligence, a traduit simplement Romanes,

en un autre langage, ou bien s'il n'a fait qu'emprunter ses définitions à Ziegler.

Beer, Bethe, Uexküll avaient au moins sauvé les apparences; dans l'opposition entre les actes innés et les actes acquis modifiés pendant la vie individuelle, au lieu de parler d'intelligence, ils avaient désigné les réactions modifiables de l'organisme sous le nom d'« antiklises ».

Ziegler insiste à maintes reprises sur l'opposition entre l'« instinct » et la « raison », et il cite à l'appui un certain nombre d'exemples.

Une abeille vole vers une fleur où elle trouvera les matériaux nécessaires pour la fabrication du miel; c'est là de l'instinct; toujours elle fait ainsi, même la première fois.— Une abeille reconnaît la ruche à une certaine tache rouge marquée en dessus; c'est là de la raison; il y a apprentissage individuel.

Une araignée s'engage sur le fil de sa toile, où est accrochée une mouche; voilà de l'instinct.— La même araignée, qui a été trompée trois fois par des mouches imprégnées de térébenthine, refuse toute mouche; voilà de la raison.

Une poule qui gratte la terre, y mange des vers et des insectes; voilà de l'instinct. — Cette poule arrive quand la personne qui lui donne habituellement sa nourriture l'appelle; voilà de la raison.

L'instinct peut se compléter par l'expérience individuelle, et si la raison est très développée, l'instinct devient moins parfait.

Récemment Dahl a protesté contre les inconsé-

quences de Ziegler. Ziegler a si peur de l'anthropomorphisme qu'il y tombe en plein. Il dénie les sensations aux animaux, mais il leur accorde la raison. Les sensations sont des phénomènes psychiques simples, inférieurs, et les actes raisonnés des phénomènes psychiques complexes, supérieurs. D'après Ziegler, il faudrait admettre chez les animaux les supérieurs et non les inférieurs. Et Dahl, au lieu de considérer l'instinct comme « un réflexe composé », préfère le définir : « la somme de toutes les *sensations* agréables et désagréables que l'animal a héritées de ses parents et qui a pour conséquence une activité définie utile pour la conservation de l'espèce ».

Malgré son allure un peu anthropomorphique, cette définition ne me déplaît pas trop. Dahl a en vue une « association de *sensations*[1] ». C'est précisément le mot *sensations* qui choque Ziegler.

Mais, sur un autre point, Dahl et Ziegler se sont mis d'accord. D'après eux, *les instincts ne peuvent pas dériver de l'activité raisonnée héritée, ou de l'habitude héritée.* C'est là qu'intervient l'influence du Weismannisme. Weismann nie, en effet, l'hérédité d'un grand nombre de modifications acquises dans la vie individuelle, nie l'hérédité de toutes celles qui intéressent les connexions de la machine animale. Faute de preuves scientifiques de l'hérédité de ces modifications, il faudrait rejeter la genèse

1. L'activité provoquée par une telle association est, comme nous l'avons vu (p. 284), bien différente d'une chaîne de réflexes.

des instincts d'après Lamarck, d'une part, d'après Romanes, Edmond Perrier, Le Dantec, Lewes, d'autre part.

D'ailleurs, d'après Ziegler, il est singulier de vouloir faire dériver l'« instinct » de la « raison ». L'activité des animaux inférieurs repose principalement sur des réflexes et des instincts, tandis que la raison, avec la faculté de l'apprentissage individuel, se montre seulement chez des animaux relativement élevés en organisation : parmi les invertébrés, les crustacés, les insectes, les céphalopodes. L'« instinct » est « un degré inférieur de l'activité psychique »; la « raison », un « degré supérieur ». Il est renversant, dit Ziegler, de vouloir déduire l'inférieur du supérieur.

Ceci complète l'opposition entre l'instinct et la raison.

On voit, d'après ce qui précède, combien l'accord est loin de se faire, parmi les savants actuels, sur la question de l'instinct.

Edmond Perrier, Le Dantec, à la suite de Darwin et Romanes, font dériver tout ou partie des instincts de l'intelligence, qu'ils accordent à tous les animaux, mais, en même temps, ils admettent, avec Lamarck, l'hérédité des modifications individuelles.

Ziegler fait des instincts quelque chose de tout à fait distinct de la raison, et, à l'instar de Weismann, n'admet pas l'hérédité des modifications individuelles.

On aurait pu d'ailleurs multiplier les conceptions modernes de l'instinct; comme dans le passé : autant d'auteurs, à peu près autant d'opinions différentes. Dans ces opinions, on peut trouver beaucoup de contradictions, d'incohérences ; le grand tort a été, à mon sens, de vouloir conserver la notion d'instinct et l'opposition de l'instinct et de l'intelligence.

En Amérique, on a suivi, à l'imitation de Loeb, une marche beaucoup plus sûre. On a renoncé à discuter sur des mots tels que « instinct », « raison », « volonté » ; cela ne pouvait conduire qu'à des résultats stériles. En revanche, on s'est livré à l'analyse scientifique expérimentale des actes complexes des animaux, et en particulier des phénomènes associatifs, qui jouent déjà un rôle chez les animaux inférieurs, bien que masqués souvent par les tropismes, les phénomènes de sensibilité différentielle, les divers rythmes vitaux. Tous ces phénomènes peuvent être étudiés d'une manière objective. Dans les associations de sensations, on peut déterminer le nombre des facteurs associés et apprécier leurs valeurs respectives, on peut étudier expérimentalement l'état de fusion de ces sensations et la durée de la fusion, etc., etc. Après cela, on n'éprouve plus le besoin de se servir d'expressions aussi vagues que celles d'« instinct » et de « volonté », qui, dans bien des cas, n'ont qu'*un seul avantage : celui de masquer notre ignorance et le manque d'analyse des phénomènes observés.*

On peut discuter plus utilement sur les tropismes, les phénomènes de sensibilité différentielle, les rythmes vitaux, les associations simples de sensations peu variées, les associations complexes, où interviennent des éléments visuels, — et cela en n'altérant pas la signification primitive de ces mots, et, bien entendu, en ne se laissant pas hypnotiser par eux.

§ 4. — LES INCONVÉNIENTS DU MOT INSTINCT.

Mais revenons, encore un instant, avant de l'abandonner définitivement, à la notion de l'« instinct », et voyons ce que seraient les divers modes d'activité animale que nous avons étudiés par rapport à l'instinct.

Claparède, qui est un fervent de l'instinct, — qui veut et croit expliquer beaucoup de phénomènes en l'invoquant, — prétend qu'on a parfaitement le droit de parler de l'instinct, car on a donné de celui-ci une définition précise et qui, d'après lui, serait adoptée maintenant par « tous les biologistes ».

Voici cette définition : « L'instinct est un acte *adapté*, accompli *sans avoir été appris*, d'une façon *uniforme*, par tous les individus d'une même espèce, *sans connaissance du but* auquel il tend, ni de la relation qu'il y a entre ce but et les moyens mis en œuvre pour l'atteindre. »

C'est, en somme, celle adoptée par Romanes, et qui peut s'appliquer à la fois aux diverses caté-

gories que ce savant a établies dans les instincts.

Claparède montre qu'elle peut s'appliquer également au *sommeil* de l'homme. Tout le travail de l'auteur est consacré à démontrer que « le sommeil est un acte adapté »; d'autre part, « le sommeil n'a assurément pas été appris et il est analogue chez les représentants d'une même espèce »; enfin « que le but poursuivi par l'animal qui s'endort lui est inconnu et qu'il n'aperçoit pas du tout la relation qu'il y a entre les moyens employés et la fin réalisée, — c'est ce que prouverait, s'il était nécessaire, la multiplicité des travaux sur le sommeil, consacrés précisément à chercher quel est le but du sommeil et son mécanisme ».

Les mêmes raisonnements peuvent s'appliquer aux divers *rythmes vitaux*, qui se présenteraient ainsi comme des instincts.

Les *tropismes* seraient aussi des instincts. Ils peuvent se présenter comme des actes adaptés[1]. Ziegler a insisté sur ce fait, exagéré, que les tropismes suffisent à préserver les animaux inférieurs contre les influences nocives; Camillo Schneider a été jusqu'à dire que ce qui est typique pour le tropisme, c'est la finalité (aussi le tropisme serait pour lui un acte psychique (!), alors que l'instinct ne serait que l'acte hérité d'un acte psychique : opinion que je note en passant sans insister). D'après Loeb, les tropismes n'ont

1. En réalité, comme nous l'avons montré (p. 287), le caractère d'adaptation n'est pas essentiel.

pas été appris, et ils sont analogues chez les représentants d'une même espèce. Ces tropismes, enfin, sont accomplis sans connaissance du but auquel ils tendent, ni de la relation entre ce but et les moyens mis en œuvre pour l'atteindre.

Les *phénomènes de sensibilité différentielle* se présentent également avec les caractères de l'instinct. Celui d'acte adapté est moins constestable que dans le cas précédent. C'est ainsi que l'animal inférieur évite les variations trop brusques et nocives de l'excitation du milieu extérieur; la « perfection originelle » et l' « universalité » ne sont pas niables; enfin, il n'y a « aucune connaissance du but » : en changeant les conditions habituelles, la réaction porte à faux.

Ainsi les rythmes vitaux, les tropismes, la sensibilité différentielle, pourraient se ranger dans la catégorie des instincts. Mais on peut trouver encore beaucoup d'instincts, plus complexes assurément que les précédents, parmi les phénomènes associatifs.

Nous avons vu, dans le chapitre XIX, se former, par apprentissage individuel, de nouvelles associations. Beaucoup de celles-ci, surtout quand elles sont complexes et renferment des éléments visuels, se montrent instables, fugitives : de nouvelles associations se substituant aux anciennes. Mais, les associations où interviennent des éléments constants dans la vie de l'être ne tardent pas à devenir des habitudes et à se transmettre par hérédité. Ces *phénomènes associatifs devenus hérédi-*

taires sont encore des instincts au sens adopté. Nous avons vu que l'adaptation se réalise merveilleusement dans les phénomènes associatifs ; la transmission héréditaire implique l' « innéité » et l' « universalité » ; il ne peut être question de « connaissance du but ».

Que devons-nous penser d'un mot qui s'applique à des phénomènes aussi disparates que ceux que nous venons de passer en revue ? — dont l'application est d'ailleurs souvent délicate, car il n'est pas toujours facile d'apprécier si un acte est adapté ou non. — Pas grand'chose de bon. Claparède s'étonne que le mot « instinct » surprenne, effraie quelque peu ceux qui l'entendent prononcer. Pour lui, l'instinct n'est pas un concept vague et mal défini ; il n'y a d'obscur dans les instincts que leur origine ; « dans la plupart des cas, la délicate complexité et la précision des mécanismes qu'ils supposent est presque impossible à imaginer ». Mais n'en est-il pas de même pour une foule de concepts qui peuvent recevoir cependant une définition claire et précise ? Certes, il faut se résigner à ne pas approfondir l'origine et le mécanisme de beaucoup de phénomènes, mais il faut veiller autant que possible à ne pas grouper sous une même rubrique des phénomènes qui ont des origines et des mécanismes très différents les uns des autres.

C'est le cas de l'instinct. Mais il y a plus : en opposant l' « instinct » à l' « intelligence », on est amené à séparer les uns des autres des phéno-

mènes qui se ressemblent beaucoup, l'intelligence désignant parfois un stade du phénomène, et l'instinct un autre stade. Quand une association de sensations se forme et se manifeste, on dit souvent qu'il y a « intelligence » ; une fois que l'association est formée, au point de se transmettre par hérédité, on dit qu'il y a habitude héréditaire, instinct. Il se trouve qu'il peut y avoir tous les intermédiaires entre une association encore tout à fait instable et une association devenue tout à fait stable ; il y aurait tous les intermédiaires entre l' « intelligence » et l' « instinct ». Nous revenons à l'opinion de Romanes et de ses imitateurs, et nous pouvons faire observer à ce propos combien le mot « intelligence » lui-même a reçu de sens différents.

Combien, maintenant que nous nous servons des mots de la vieille psychologie, nous nous sentons sur un terrain mouvant.

L'instinct est un legs du passé, un legs du moyen âge, des théologiens, des métaphysiciens. Devons-nous accepter ce legs ? Qu'est-ce que l'instinct ? Un mot. Un mot qui permet de grouper des phénomènes très disparates, et de séparer les uns des autres des phénomènes qui se ressemblent beaucoup. Un mot qui a su éveiller dans les divers esprits une foule d'idées différentes. L'intelligence et l'instinct, c'est tour à tour l'opposition entre l'Homme et l'Animal, entre le complexe et le simple, entre la spontanéité et l'automatisme,

entre le conscient et l'inconscient...; beaucoup s'accordent pour les considérer comme deux échelons d'une même échelle, mais le désaccord est complet quand il s'agit de savoir quel est l'échelon le plus bas : instinct on intelligence. Bergson, dans son *Évolution créatrice*, tourne la difficulté, en considérant l'instinct et l'intelligence comme les deux montants de l'échelle. La théorie du *parallélisme* a sauvé bien des fois les philosophes embarrassés à résoudre un problème insoluble. Qu'est-ce donc que l'instinct? Un mot que nous ne chercherons pas à sauver de la débâcle métaphysique. Qu'est-ce donc que l'opposition entre l'instinct et l'intelligence? Une barrière, que nous chercherons à briser comme toutes les barrières. Il est ici, comme dans les réformes sociales, il faut commencer par démolir.

L'instinct est un concept qui ne résiste pas à l'analyse scientifique. Il n'a jamais résisté non plus à la véritable analyse philosophique. Condillac, que l'on a surnommé « le père de l'analyse philosophique », a donné cette définition de l'instinct, qui est selon moi la meilleure parmi la multitude des définitions données : « *L'instinct n'est rien.* » Rémy de Gourmont, esprit fait d'intuition, de logique et de clarté, a écrit dans sa *Physique de l'amour* un chapitre remarquable sur l'instinct :

« La question de l'instinct, dit-il, est peut-être la plus énervante qui soit. Les esprits simples la voient résolue quand ils ont opposé à ce mot,

l'autre mot : intelligence. C'est la position élémentaire du problème, et rien de plus. Non seulement cela n'explique rien, mais *cela s'oppose même à toute explication*. Si l'instinct et l'intelligence ne sont pas des phénomènes de même ordre, réductibles l'un à l'autre, le problème est insoluble et nous ne saurons jamais ni ce que c'est que l'instinct, ni ce que c'est que l'intelligence. »

« Dans cette opposition vulgaire, ajoute de Gourmont, on sous-entend assez naïvement que les animaux sont tout instinct et l'homme tout intelligence. Cette *erreur*, *purement de rhétorique*, a jusqu'ici empêché, non la solution du problème, qui semble fort lointaine, mais son exposé scientifique. »

Dans ses récentes *Promenades philosophiques*, Rémy de Gourmont montre l'automatisme envahissant l'activité de l'animal et celle de l'homme.

« L'automatisme est partout dans notre vie ; il en dévore une si grande partie qu'il nous en reste bien peu pour le domaine de la conscience... Des vies très uniformes, dénuées de tout incident, se déroulent à la limite de l'automatisme. La civilisation, en améliorant les conditions quotidiennes de l'existence, en assurant une sécurité plus grande, développe les tendances de l'homme à un certain automatisme. Le collectivisme intégral, imaginé par des rêveurs, conduirait l'humanité à une vie de plus en plus automatique. Se laisser vivre, c'est glisser sur cette pente. Il ne faut pas

se laisser vivre, il faut vivre et parfois désirer et parfois vouloir l'impossible... »

Laissant de côté l'instinct, nous aurons à tenir compte dans le chapitre qui suit de l'envahissement de l'activité animale par l'automatisme.

CHAPITRE XXIV

Les révolutions psychiques

Maintenant que nous nous sommes débarrassés des concepts d' « instinct », de « volonté », nous allons pouvoir plus librement chercher à faire quelques *hypothèses* sur la marche de l'évolution du psychisme chez les animaux.

Nous devons tout d'abord nous laisser pénétrer par cette pensée que tous les animaux que nous observons et sur lesquels nous expérimentons, y compris les animaux les plus inférieurs, y compris le plus simple de tous, l'amibe, ont derrière eux tout un passé effroyablement long et compliqué. Nous ne pouvons que très difficilement nous faire une idée de ce qu'ont pu être les débuts de la vie à la surface de la terre, et le passé ne nous apparaît que d'une façon tout à fait confuse et incertaine.

Cependant quelques savants, Serres, Fritz Müller, Hæckel enfin et surtout, ont réussi à persuader les biologistes qu'il est possible d'avoir une vision

nette du passé du monde animal. Pour eux, les formes successives par lesquelles passe l'individu au cours de son développement ne seraient autre chose que l'image, plus ou moins effacée, des formes ancestrales sous lesquelles l'espèce s'est graduellement développée dans le temps.

Cette vue hypothétique, qui se conciliait assez bien avec le Darwinisme, s'est trouvée érigée en une des lois fondamentales de la biologie. Giard, le premier, l'a ébranlée, et Oscar Hertwig vient d'y apporter une correction essentielle, qui, au dire de Keibel, tend à rien moins qu'à faire disparaître la loi elle-même.

La « loi biogénétique fondamentale », — c'est ainsi qu'on l'a désignée, — paraît encore moins applicable dans le domaine des mouvements que dans celui des formes. Et je crois qu'on fera bien de renoncer à chercher chez les animaux unicellulaires les secrets de la vie psychique des animaux supérieurs.

Je ne m'occuperai ici que des animaux pluricellulaires qui possèdent déjà au moins une ébauche du système nerveux central.

Ces animaux sont déjà des organismes merveilleusement agencés, doués de certaines possibilités motrices, ayant emmagasiné déjà une quantité notable d'énergie latente ; quand les divers stimulants agissent sur eux, ils ne font guère que déclancher des mécanismes préexistants.

Si le système nerveux central des invertébrés n'a souvent qu'un rôle accessoire dans la production

des réflexes, il a le rôle principal dans la formation des phénomènes associatifs. C'est surtout grâce à lui que les sensations de divers ordres et ayant leur point de départ dans les divers segments du corps peuvent se fusionner au sein de l'organisme.

L'histoire de l'évolution du psychisme, d'où est sortie l'intelligence, c'est celle des associations de sensations.

Les actes des animaux qui ont leur point de départ dans ces associations correspondent assez bien à l'idée qu'éveille en la plupart de nous le mot « psychisme », mot qui offre moins d'inconvénients que ceux d' « intelligence », de « raison », de « volonté », d' « instinct », à la condition expresse qu'on ne l'oppose pas au mot « mécanisme ». On a vu primitivement dans l' « âme », dans la « Psyché » des animaux, un pouvoir coordinateur régissant « les connexions entre les connexions externes et les connexions internes » ; ce qu'on a appelé « actes psychiques » chez les animaux s'explique en général fort bien par les phénomènes associatifs où interviennent des sensations variées. En tout cas, il me paraît illogique d'appliquer ce mot dans le cas d'un acte partiel (réflexe), ou même dans celui d'un acte global (tropisme), où il n'y a pas fusion des diverses sensations de l'être.

Les phénomènes associatifs occupent une large place dans l'activité de l'organisme depuis les animaux inférieurs jusqu'à l'homme. Quoiqu'ils soient soumis partout à certaines lois générales,

ils se présentent avec des aspects différents : parfois ils sont ce qu'on appelle communément des « instincts », parfois ils peuvent *simuler* ce qu'on est convenu d'appeler « intelligence ». Ici, plus que partout ailleurs, on voit combien est artificielle, défectueuse, cette opposition entre l'instinct et l'intelligence, combien les questions ont été mal posées dès le début.

Les phénomènes associatifs peuvent être considérés comme des mécanismes qui peuvent se perfectionner de diverses manières. Or, le perfectionnement des phénomènes associatifs dépend, d'une part, du perfectionnement des organes récepteurs périphériques, dits organes des sens; d'autre part, du perfectionnement du système nerveux central.

Je voudrais insister un instant sur le *rôle de la « sensibilité » dans la formation des phénomènes associatifs*. Je crois que c'est une véritable aberration de la part des adeptes de l'école mécaniste allemande de ne vouloir pas parler de sensations chez les animaux inférieurs, de nier même ces sensations. *Nier*, voilà qui est exagéré ; on n'a pas le droit de le faire. Certes, on peut faire des réserves sur la nature des sensations chez les animaux inférieurs, et on ne doit pas les identifier avec celles de l'homme.

C'est un fait incontestable, et qui a servi de point de départ à Richard Semon pour sa théorie de la « Mnème », que tout stimulant qui s'exerce sur un organisme, végétal ou animal, simple ou complexe, y laisse une trace plus ou moins pro-

fonde et durable ; la stimulation, en quelque sorte, s'inscrit, *se grave* dans la matière vivante. Mais cette inscription, cette empreinte se fait plus facilement dans certaines cellules, dans certains tissus que dans d'autres ; le tissu le plus privilégié à cet égard est le tissu nerveux. Les empreintes dans la matière organique sont les « engrammes », dont la somme constitue la « mnème » ; les empreintes dans la matière nerveuse sont les « sensations » ; « engrammes » et « sensations » représentent deux degrés d'un même phénomène ; il n'y a pas une opposition à établir, surtout si l'on songe que l'animal unicellulaire le plus simple, l'amibe, a une composition chimique qui se rapproche beaucoup de celle des cellules nerveuses de l'homme ; et il est bien évident d'autre part que les sensations constituent elles-mêmes toute une échelle. Peu importe le mot que nous employons quand nous considérons les animaux inférieurs : « impressions », « engrammes », « sensations » ; ce qui importe c'est le fait auquel correspondent ces mots, et qui n'est pas niable chez les animaux inférieurs. J'employerai le mot de « sensations », qui est plus familier que les autres.

Sans les sensations, on ne conçoit pas l'évolution dite *psychique*, que je vais retracer à grands traits. Pour Rémy de Gourmont, la solution du problème de l'instinct et de l'intelligence ne comporterait que deux formules ; « en choisissant, ajoute-t-il, on fait, selon les cas, de l'instinct ou de l'intelligence, la graine ou la fleur d'une même plante, la

sensibilité ». J'aime beaucoup cette manière de dire, qui montre l'importance primordiale de la sensibilité.

De plus, l'évolution de la sensibilité s'accompagne de l'évolution du psychisme. Avec le progrès des organes des sens, nous voyons les associations se compliquer de plus en plus; le perfectionnement de l'œil, sa transformation en un appareil où peuvent se former les images des objets, s'accompagne de la première grande révolution psychique.

Avant de parler de cette révolution, il nous faut considérer les origines, c'est-à-dire les phénomènes associatifs chez les invertébrés inférieurs. Je vais insister sur quelques points importants :

1° Chez les animaux inférieurs : polypes, vers, ... les éléments qui peuvent entrer dans les associations sont peu nombreux et variés. La sensibilité, si elle n'est pas niable, semble du moins très rudimentaire. Il y a surtout des sensations purement chimiques qui se ramènent plus ou moins les unes aux autres, car dans la plupart interviennent plus ou moins la dessiccation et l'hydratation; quand les organismes vivent au contact d'une surface solide, les sensations tactiles peuvent prendre une certaine importance. Ainsi, une anémone de mer est sensible aux variations de l'éclairement, à celles de l'état de pureté, de concentration ou d'agitation de l'eau, à celles de la dessiccation..., à celles de la position dans l'espace, à celles de la

pression exercée par l'eau...; deux stimulants différents : insolation et concentration de l'eau par exemple, agissent, semble-t-il, de la même façon sur l'organisme (par dessiccation), et doivent produire les mêmes sensations.

2° *Les diverses sensations, en petit nombre, et toujours les mêmes, ne peuvent donner lieu qu'à un nombre limité de combinaisons.* Chez les animaux marins soumis aux oscillations de la marée en même temps qu'à la succession du jour et de la nuit, les diverses combinaisons se succèdent toujours dans le même ordre, se répètent rythmiquement. Il faut remarquer, à ce propos, que les sensations des animaux inférieurs sont, en grande partie, indépendantes des objets qui entourent les animaux; en somme, ceux-ci réagissent surtout vis-à-vis des forces générales qui s'exercent dans le monde extérieur : lumière, gravitation, oxygénation et désoxygénation, hydratation et déshydratation....

3° Chez les animaux inférieurs, chez lesquels les diverses sensations ne peuvent donner lieu qu'à un petit nombre de combinaisons, c'est, le plus souvent, dans un passé très lointain qu'il faudrait chercher la formation des associations actuelles de sensations. Ces associations, vu la répétition de générations en générations des mêmes complexes d'excitations extérieures, sont fortement gravées dans l'organisme. Aussi, ce qui frappe tout d'abord, quand on examine les animaux inférieurs, c'est la *stabilité* de ces associations, leur *immuabilité*. On

modifie difficilement les habitudes des animaux inférieurs.

Toutefois, il ne faudrait pas croire à une immuabilité absolue. On peut, en se plaçant dans certaines conditions expérimentales, constater, dans certains cas, des associations nouvelles, lentes à se produire..... Il y a là un champ d'investigation.

Première révolution psychique. — Avec les animaux articulés (crustacés, insectes), et les mollusques supérieurs (céphalopodes), s'est produit, comme je l'ai montré précédemment, une première révolution psychique :

1° Entre autres organes, l'œil a subi un perfectionnement notable, est devenu un appareil où peuvent se former les images des objets. Nous n'avons aucun renseignement sur cette transformation dans le passé de l'appareil visuel; actuellement, elle nous semble s'être faite avec une certaine soudaineté : l'œil des trilobites, crustacés des temps primaires, atteint déjà toute la perfection que cet organe offre chez les articulés. Le perfectionnement de l'œil a eu un retentissement considérable sur la formation des associations de sensations.

2° *Celles-ci sont devenues beaucoup plus variées et beaucoup plus complexes.* Avec l'œil perfectionné, tout est changé. Un certain nombre des qualités des objets (diverses formes, couleurs...) vont fournir des éléments nouveaux pour les associations, éléments nombreux et variés. Les diverses

sensations, étant beaucoup plus nombreuses et plus variées, peuvent donner lieu à un nombre considérable de combinaisons.

La multiplicité des combinaisons, leur complexité, marchent de pair, à mesure que les organes des sens se perfectionnent comme appareils récepteurs. Or, le psychisme est fait de cette multiplicité, de cette complexité. Aussi, on conçoit aisément que le perfectionnement de l'œil ait entraîné une véritable révolution psychique.

3° *Beaucoup d'associations deviennent instables.* — Constamment, au cours de la vie individuelle, il se forme des associations nouvelles; elles s'effacent assez rapidement, semble-t-il. Ce sont ces associations qui guident les crustacés et les insectes dans les milieux qu'ils « connaissent », par rapport aux divers objets qui constituent ce milieu. Transportés d'un milieu dans un autre, où les objets ne sont pas ordonnés de la même façon, ces animaux changent d'habitudes. Ce qui frappe maintenant, c'est l'instabilité des associations.

Multiplicité, *complexité*, *instabilité*, voilà trois caractères corrélatifs des phénomènes associatifs chez les animaux qui possèdent un œil perfectionné. Avec les animaux articulés, les associations de sensations deviennent multiples, complexes, instables, et prennent une grande importance dans la vie de l'être.

Mais, toujours après une évolution, et surtout après une révolution, la réaction se fait sentir.

C'est là l'éternelle loi qui s'oppose au progrès.

Cette *réaction*, nous la trouvons exprimée, racontée, en quelque sorte, dans les deux lois fondamentales qui régissent les phénomènes associatifs (chapitre XXI) :

1° La loi des *associations dites par ressemblance* nous a montré comment il se fait que, parmi les nombreux caractères d'un objet donné, un certain nombre seulement, les plus constants, peuvent s'imprimer, en quelque sorte, dans le système nerveux.

Ces associations se présentent à nous comme des associations simplifiées : *moins nombreuses*, *moins complexes*, elles deviennent *plus stables;* elles s'impriment, se gravent dans les centres nerveux des animaux articulés, — comme chez les animaux plus inférieurs, les associations originellement simples, — au point de devenir héréditaires. Et c'est là, précisément, l'origine de beaucoup d'instincts.

Il y a un *retour à la simplicité primitive.*

2° Mais une fois que l'habitude héréditaire s'est constituée, une fois que le phénomène est devenu complètement *automatique*, il se produit une nouvelle simplification.

Dans toute acquisition de phénomènes associatifs, il se forme, dans la machine animale, de nouveaux agencements dont les parties les plus délicates se trouvent situées dans le système nerveux, il se forme de nouveaux rouages; avec le temps, l'habitude, ces rouages marchent mieux; à

la longue, il suffit d'un rien pour les déclancher. Au début, un ensemble de mouvements m était déterminé par l'ensemble des sensations $a + b + c + d$ ...; finalement, les mouvements se produisent sous l'influence de quelques sensations seulement, ou même sous celle d'une simple sensation, a (produite par un stimulant que Semon appelle stimulus ecphorique).

Tout se passe, encore dans ce cas, comme si le nombre des sensations associées diminuait, comme si les associations se simplifiaient; parfois, les caractères des phénomènes associatifs échappent.

Mais cette simplification diffère de celle qui se produit dans le cas des associations par ressemblance. Dans celui-ci un certain nombre d'éléments n'entraient pas dans les associations. Dans le cas envisagé maintenant, parmi les éléments tous bien associés, un ou quelques-uns prennent une prédominance marquée dans le mécanisme du déclanchement.

Deuxième révolution psychique. — Avec les vertébrés, nous assistons à une deuxième révolution organique ; il ne s'agit plus cette fois d'une révolution sensorielle, mais d'une révolution portant sur le système nerveux central. Tout à coup, nous voyons celui-ci prendre un développement exceptionnel, grâce à l'édification d'un organe excessivement complexe, caractéristique des vertébrés : l'encéphale, le cerveau. Encore relativement peu développé chez les poissons, amphibiens, reptiles,

celui-ci va atteindre une grande perfection chez les oiseaux et mammifères. Le cerveau, voilà quelque chose de nouveau dans le règne animal.

On conçoit que cette révolution organique entraîne une nouvelle révolution psychique et ait un retentissement considérable sur les phénomènes associatifs. Pour qu'en effet une association de sensations se forme, il faut qu'il y ait, d'une part, des organes qui fournissent des éléments à l'association : — ce sont les organes des sens, — d'autre part des organes où s'enregistre l'association : ce sont les centres nerveux. Aussitôt que dans l'œil des animaux les images des objets ont pu se former, aussitôt les éléments constitutifs des associations se sont multipliés d'une façon singulière, et aussitôt les associations ont tendu à devenir fort complexes. Mais vu l'insuffisance de l'appareil enregistreur des sensations et associations de sensations, beaucoup de celles-ci n'ont été que fugitives, beaucoup d'éléments se sont perdus pendant la constitution des associations (loi des associations par ressemblance).

Ce sont là les *inconvénients* du système nerveux central de la plupart des animaux articulés (l'abeille, la fourmi, sont des exceptions ; la seiche aussi, parmi les mollusques). Ces inconvénients ne se retrouvent plus guère, une fois que le cerveau des vertébrés est constitué.

Cet organe est un *appareil enregistreur merveilleux*. Souvent une seule stimulation suffit pour produire une empreinte durable. Semon cite le cas

de plusieurs poissons situés dans le même bac : si on en prend un à la ligne, les autres ne se laisseraient plus prendre. Le fait serait frappant avec les *Echeneis* et aurait été observé par Edinger chez *Abramis brama* et *Idus melanotus*. Le fait, tout à fait exceptionnel chez les invertébrés devient très fréquent chez les vertébrés supérieurs, où le cerveau permet la formation d'une multitude d'associations diverses et fort complexes. L'importance des associations par ressemblance diminue, et en même temps la part de l'automatisme, qui reste assez grande cependant.

C'est à ce moment seulement que nous rencontrons l'« intelligence », au sens originel du mot, au sens où l'avait pris Lamarck. Toutes les sensations associées et conservées, *avec leur diversité*, vont devenir une matière à combinaisons nouvelles. Et c'est là précisément un domaine nouveau, celui de l'idéation, de l'« intelligence », entendue « faculté de former des conceptions par abstraction et d'en tirer des conclusions », faculté de prévoir l'avenir.

Zur Strassen considère l'intelligence comme la partie des actes des animaux qui ne peuvent pas s'expliquer par l'association et qui sont individuellement adaptés au but. Ceci est un aveu de l'insuffisance actuelle des explications mécanistes, et je ne sais pas si Zur Strassen a le droit, après cela, de conclure, comme il le fait, que « tout (le psychisme, y compris l'intelligence) peut être expliqué mécaniquement ».

Quant à moi, je ne vois pas encore l'« intelligence » chez les invertébrés, je vois dans les associations de sensations, qui finissent par jouer un si grand rôle dans l'activité encore toute mécanique des animaux articulés, un terrain favorable pour « la naissance de l'intelligence ».

Troisième révolution psychique. — Une dernière révolution psychique, dont l'importance n'est pas niable, est celle qui est marquée par l'apparition de l'homme à la surface de la Terre. Cette apparition est entourée de bien des mystères. Je n'ai pas la prétention ici de résoudre un problème dont se sont emparé les passions humaines. Voici simplement une des opinions récentes : la Terre était peuplée d'une multitude de mammifères quand l'homme est apparu, par mutation brusque, avec un cerveau hypertrophié, — sorte de monstre dont la pensée allait dominer l'animalité. Nous voilà loin de l'opinion répandue par les vulgarisateurs du Darwinisme : l'homme descend du singe. La science actuelle a prouvé que c'était là une erreur scientifique, et voilà qu'on va jusqu'à dire que ce sont les singes qui descendent de l'homme, que les singes sont des « hommes animalisés ».

Quoi qu'il en soit de son origine, ne l'oublions pas, l'homme a fait ce qu'aucun animal n'a pu faire : il a découvert le feu, il a fabriqué des outils, il a pratiqué le langage; en un mot, il a fait plus que prévoir les phénomènes, il en est devenu maître en quelque sorte. Il y a un hiatus entre

l'intelligence des animaux et l'intelligence humaine; je ne crois pas que nous soyions prêt à combler cet hiatus.

Seul, de tous les animaux, l'homme trouva le moyen de lutter efficacement contre le refroidissement du milieu extérieur et de résister aux anciennes périodes glaciaires. La découverte du feu, c'est un trait de génie, c'est le plus grand fait intellectuel de l'humanité.

« Regardez, dit R. de Gourmont, cet être lointain, qui médite en songeant à l'étincelle jaillie entre deux pierres, ou en tâtant le morceau de bois qu'un frottement a déjà échauffé. Depuis longtemps, il est hanté par le problème de la fabrication du feu, et voici que, Newton préhistorique, il a entrevu soudain la solution. Ces feuilles rousses, cette mousse sèche qui brûlent si rapidement lors des incendies naturels, ce bois friable qui disparaît si vite dans le brasier, voilà ses auxiliaires. Et il cherche à reproduire l'étincelle au-dessous de la mousse sèche; il frotte le bois tendre jusqu'à ce qu'il rougisse. L'homme anxieux travaille au grand œuvre, en tremblant un peu. Le temps passe, les expériences se succèdent. Rien ne se produit. Il désespère. Un dernier effort, une dernière tentative. Le miracle s'opère : voici le feu nouveau! Voici, dans quelques points rouges que son souffle agrandit, le futur brasier des civilisations. On ne revit jamais acte aussi grand. Nos découvertes auprès de celle-là sont modestes ».

A partir de cette heure mémorable, l'homme

n'est plus un primate, il est l'homme. Peu importe son aspect, sa couleur, sa forme anatomique même, il est celui qui vient de découvrir le moyen de faire le feu à volonté, il est celui qui seul a eu le génie du feu.

Voilà ce qu'ont oublié les anthropomorphistes, ceux qui ont voulu à tout prix retrouver l'intelligence de l'homme à tous les degrés de l'échelle animale. « La matière vivante est une ; ses manifestations doivent être partout essentiellement les mêmes », disait-on.

Toujours on a confondu, à tort, le domaine chimique d'une part, et les domaines des formes et des mouvements d'autre part. Dans la série des espèces animales, la composition chimique reste sensiblement constante ainsi que les propriétés qui en dépendent. Mais les formes varient, et chaque groupe nouveau est caractérisé par des formes nouvelles. De même les mouvements, qui dépendent des connexions entre organes et cellules, varient ; et chaque groupe nouveau est caractérisé par des manifestations psychiques nouvelles. L'évolution psychique se serait faite par révolutions successives.

Après chaque révolution, il y a eu la réaction, et pendant longtemps les manifestations psychiques sont demeurées sensiblement constantes.

L'homme, lui-même, n'a pas échappé à cette loi de la constance, et, après la découverte du feu, est resté presque stationnaire.

L'homme représente incontestablement le plus

haut degré du psychisme. Que devons-nous penser de l'évolution psychique dans l'avenir?

Ici encore nous ne savons pas. Certains d'entre nous espèrent que cela n'est pas fini. Dans un remarquable article de la *Revue des idées* sur « le Talent musical et ses conditions anatomiques », un jeune savant, M. Matisse, après avoir décrit, d'après Auerbach, les modifications présentées par les cerveaux des musiciens et des mathématiciens de génie, insiste sur l'importance que peut prendre l'audition dans l'évolution de l'intelligence et se montre très optimiste. L'acquisition de l'organe de Corti en a fait en quelque sorte un *sens nouveau*. « Ce sens tout jeune est loin sans doute d'avoir atteint toute sa puissance. On peut espérer qu'il acquerra dans l'avenir un développement énorme et une grande perfection... Les régions qui bordent le fond de la scissure de Sylvius sont des terres nouvelles, pleines d'avenir, sur lesquelles s'épanouira peut-être un jour une merveilleuse civilisation ». Jusqu'ici la psychologie de l'homme, des animaux, était construite sur la vision.

CHAPITRE XXV

Les régressions psychiques.

« N'y a-t-il pas quelque signe courant ou particulier qui puisse nous faire comprendre qu'un être différent de nous-même éprouve un sentiment quand il est affecté et peut-on toujours accepter comme témoignage le mouvement correspondant qu'il exécute alors; ou, comme, en général, un animal ne donne pas d'autres signes de sentiment produit que le mouvement de ses parties, ces mouvements ne peuvent-ils pas souvent nous tromper et être dus seulement à l'*irritabilité* produite dans les parties de l'animal? »

Telle est la question que se pose Lamarck, dans le manuscrit d'Harvard que Bashford Dean vient de tirer de l'oubli. Tout le problème de la psychologie comparée s'y trouve énoncé. C'est l'étude des mouvements des animaux qui peut nous renseigner sur les états internes de ceux-ci; mais combien dangereuses sont les déductions tirées des ressemblances analogiques.

A cet égard, il en est dans le domaine des mouvements comme dans le domaine des formes, et la lecture de deux chapitres des *Controverses transformistes* de Giard est du plus haut intérêt.

Ces chapitres s'intitulent : *l'Embryogénie des ascidies et l'Origine des vertébrés ; les Faux Principes en Biologie et leurs conséquences en Taxonomie.* Giard s'élève vivement contre la méthode qui consiste à déduire des parentés entre animaux en se basant sur de vagues analogies de formes. « Prendre deux animaux au terme de leur développement, modifiés par les agents extérieurs, la fixation, la vie pélagique, etc., les placer côte à côte, retrancher à l'un ce qui manque à l'autre, réunir ou séparer à volonté ce qui dans la nature est disjoint ou réuni dès le principe, ce n'est plus faire de la science, et je ne puis mieux comparer, dit Giard, ces prétendues démonstrations morphologiques qu'aux résultats fournis en linguistique par l'étymologie. L'ascidie dérive de l'acéphale lamellibranche comme *poltron* vient de *pollex truncatus.* Ce sont là des tours de passe-passe, de simples jeux de l'esprit, de la divination pure et simple, un subterfuge habile pour éviter les pénibles recherches de la morphogénie. » Giard s'en prend à Lacaze Duthiers, qui a pratiqué cette méthode, et qui précisément a établi un rapprochement entre le mollusque bivalve et l'ascidie, alors que celle-ci, d'après les admirables travaux de Kowalesky (1867) et ceux de Giard, serait apparentée à la souche même des vertébrés, dont

le représentant le plus primitif est le célèbre amphioxus. Il faut se méfier des analogies de formes, si trompeuses, et recourir à l'étude du développement ou embryogénie. Voici quelques exemples. L'escargot, avec sa coquille et son organisation asymétriques, semble dériver de mollusques primitifs symétriques, à deux reins, à deux branchies, à deux oreillettes au cœur... ; or, certains autres mollusques, nus, et symétriques en apparence, ont donné l'illusion de formes primitives; en réalité ce n'est là qu'une apparence, car ils n'ont qu'un rein, qu'une oreillette au cœur, et, si on suit leur développement, on constate que les jeunes embryons subissent une torsion qui les rend asymétriques et que cette torsion se défait ensuite ; il y a comme un retour tardif vers un état ancestral. — Les orthonectidés sont des animaux microscopiques découverts par Giard dans le corps de certains échinodermes et de certains vers; on voulut voir dans ces organismes en apparence si simples un intermédiaire entre les animaux unicellulaires et les animaux pluricellulaires; mais, en présence d'un polymorphisme sexuel et évolutif des plus remarquables, Giard rejeta cette manière de voir, et regarda les nouveaux animaux comme des êtres pluricellulaires, profondément simplifiés par suite de la vie parasitaire et rappelant d'ailleurs les embryons de certains vers. — D'une façon générale, Giard a beaucoup insisté sur les *régressions organiques*, qui aboutissent à des formes en apparence aussi

simples que les formes originelles; mais tout doute est dissipé, dès qu'on recherche, chez l'adulte ou mieux aû cours de son développement, les organes devenus rudimentaires, derniers vestiges d'une richesse d'organisation à jamais perdue.

Les considérations précédentes peuvent s'appliquer aux *régressions psychiques*. En présence de modes d'activité simples en apparence, on doit toujours se demander s'il s'agit bien d'une simplicité originelle, on doit toujours rechercher s'il y a des vestiges d'une complexité passée.

Nous avons trouvé la simplicité primitive dans les tropismes et dans les manifestations de la sensibilité différentielle, — j'entends les vrais « tropismes », la vraie « sensibilité différentielle », car ces mots ont été pris dans les acceptions les plus diverses par ceux, trop nombreux, qui ne se sont pas rendu compte de quoi il s'agissait; — dans l'un et l'autre cas, il s'agit de phénomènes automatiques qui résultent de l'action *directe* d'une seule force du milieu extérieur; dans le cas des tropismes, la force restant constante *dirige* l'activité de l'animal, — activité interne non niable, — dans celui de la sensibilité différentielle, la force par sa variation *déclanche* une série déterminée de mouvements qui entraînent le plus souvent la rotation de l'animal sur lui-même; les tropismes tout au moins se présentent comme des réactions forcées, et par conséquent non apprises. Nous avons vu combien les tropismes et les phénomènes de

sensibilité différentielle jouent un rôle important dans l'activité des animaux inférieurs, bien que ne constituant pas la totalité de cette activité.

Bien différentes sont les réactions consécutives à des associations de sensations, les réactions qui résultent de ce que nous avons appelé la « mémoire associative » : plusieurs forces du milieu extérieur sont en jeu, et elles concourent à créer un état interne qui déclanche une série déterminée, parfois fort complexe, de mouvements. Ces réactions ont été apprises dans le passé de la race, ou bien sont apprises au cours de la vie individuelle : *souvent*, d'ailleurs, *l'apprentissage individuel ne fait que compléter l'apprentissage ancestral.* Celui-ci se fait, celui-là s'est fait suivant une méthode particulière. Au début de la formation des phénomènes associatifs, il y a toujours une grande part de hasard; parmi les mouvements de hasard qui résultent de l'activité interne, les uns se trouvent utiles pour l'animal, les autres nuisibles; petit à petit il se fait un tri, une sélection. C'est une idée déjà ancienne que celle de la *sélection des mouvements*. Nous la retrouvons chez Groos, célèbre par son ouvrage sur les jeux des animaux : dans ces jeux, l'animal exécuterait une série de mouvements variés, dont la plupart, ni utiles, ni nuisibles, passeraient sans laisser d'impression; mais de temps en temps un animal qui joue éprouverait une excitation favorable ou nuisible, et cela serait le point de départ d'une association utile à la conservation de l'espèce. Ces « jeux » si développés chez les jeu-

nes seraient un merveilleux apprentissage. Nourris et défendus par les adultes, les jeunes « jouent » la moitié de la journée, collectionnent des expériences, perfectionnent les associations qui correspondent aux « instincts » complexes. Dans la nature actuelle, ceci est d'autant plus vrai qu'il s'agit d'animaux plus élevés en organisation ; chez les animaux inférieurs, les essais et les erreurs ont dû jouer un rôle dans un passé très lointain, lors de l'acquisition des premières associations; mais il y a longtemps que celles-ci, qui sont restées simples, sont fixées. Jennings a eu le tort d'attribuer une importance exagérée aux « essais et erreurs » dans la vie actuelle des animaux inférieurs. Ce qu'il a appelé « essais et erreurs » sont, comme nous l'avons vu (chap. XVI), le résultat de la superposition d'activités variées ; ses « essais et erreurs » augmentent avec l'âge, alors que les essais d'un apprentissage *défini* devraient diminuer. D'ailleurs, si les « essais et erreurs » peuvent conduire à la formation d'associations de sensations, ils ne conduisent pas à la formation des *vrais* tropismes, qui sont innés, et résultent de nécessités mécaniques.

Je dis : « *vrais* tropismes », car il y a de *faux* tropismes, qu'on peut considérer, — je vais essayer de le montrer, — comme un des aboutissants de l'évolution régressive des associations de sensations. L'activité qui repose sur ces associations se trouve être dépendante d'un certain nombre de variables : *a*, *b*, *c*, *d*... ; mais, bientôt, d'après la première loi des phénomènes associatifs (voir chap. XXI), une

de ces variables prend une prédominance marquée sur les autres, et finalement peut suffire à déclancher la réaction, qui, alors, comme dans le cas des tropismes, paraît être provoquée directement par une seule force du milieu extérieur. Tel est le cas, par exemple, de l'attraction des insectes par les fleurs. En réalité, les analogies sont trompeuses; une analyse minutieuse des phénomènes, telle que celles qui ont été faites par les auteurs cités dans le chapitre XX, montre, dans certaines réactions, l'intervention de facteurs variés, des vestiges des éléments d'associations autrefois complexes.

Chercher ces vestiges dans des réactions en apparence simples, voilà un beau champ d'action pour les jeunes psychologues, et qui promet d'être fertile pour tous ceux qui ne perdront pas de vue les idées directrices émises par l'illustre biologiste américain, Jacques Loeb.

CONCLUSIONS

La lutte pour la conquête scientifique de la psychologie animale engagée avec vigueur depuis quelques années, et dont j'ai retracé, dans les pages qui précèdent, les moyens et les buts, les défaillances et les victoires, promet d'être longue encore. La tâche est peut-être plus ardue ici que dans n'importe quel autre domaine de la science. On a beau démontrer, par l'observation et par l'expérience, le néant de nombreuses notions admises sur la vie psychique des bêtes, on se heurte en fin de compte à des préjugés, on blesse infailliblement certains sentiments.

Quelles que soient les idées personnelles du lecteur sur le psychisme des animaux, j'espère avoir prouvé, par une analyse expérimentale aussi détaillée et aussi précise que possible, que beaucoup des actes des animaux inférieurs n'admettent pas d'autres explications que celles basées sur les propriétés générales de la matière vivante. Nous avons vu que certains mouvements en apparence

capricieux d'infusoires, de vers, d'étoiles de mer, de mollusques, sont strictement, sont fatalement déterminés. Nous avons constaté chez ces organismes une double tendance : celle de se placer dans la direction de la principale force agissante du milieu extérieur (lumière, gravitation...), et celle de tourner sur soi-même sous l'influence de certaines variations brusqués de cette force.

Eh bien, en analysant la prétendue activité psychique de nombreux êtres, nous n'avons souvent pu trouver rien en dehors des manifestations de cette double tendance : il n'y a que mouvements qu'on peut prévoir à l'avance et dont on arrive même à se rendre maître. Mais, au fur et à mesure que notre analyse se poursuivait, nous avons pu assister à l'apparition des ébauches premières d'un pouvoir associatif : dans certains cas, les mécanismes de la « machine animale » sont déclanchés, non plus directement par les forces du milieu extérieur agissant isolément, mais bien par des états internes provoqués par des combinaisons particulières de ces forces. Le pouvoir associatif a subi un premier perfectionnement chez les crustacés et les insectes, grâce au perfectionnement des organes des sens, et surtout de l'œil, c'est-à-dire des appareils récepteurs ; il a subi un second perfectionnement chez les vertébrés, grâce au développement des centres nerveux, c'est-à-dire des appareils enregistreurs.

Nous avons pu donner des *lois*, non seulement pour les tropismes et la sensibilité différentielle, notion

qui, pour la première fois, figure dans un livre de psychologie animale, mais encore pour les phénomènes associatifs. Si compliqués que soient ceux-ci, nous sommes restés avec eux dans le domaine du mécanisme. A mesure que nous poussions plus avant l'analyse des actes des animaux, l'intelligence reculait, fuyait, pour ainsi dire devant nous. Nous sommes revenus ainsi à l'idée de Lamarck qui limitait celle-ci aux seuls animaux pourvus d'un encéphale, aux seuls vertébrés ; on peut cependant peut-être en apercevoir déjà quelques lueurs chez certains insectes élevés en organisation, tels que les abeilles et les fourmis. En tout cas, l'intelligence ne peut *naître* que là où il y a déjà un pouvoir de former des associations excessivement complexes. La complexité des mécanismes est un aspect de la question ; l'automatisme en est un second aspect ; avec l'un, nous envisageons surtout les progrès psychiques ; avec l'autre, surtout les régressions psychiques.

Il est d'usage, dans les livres de psychologie animale, de consacrer une large place aux instincts : il en est peu question ici. Il me paraît que la plus grande nouveauté de ce livre est de s'être placé sur un terrain réellement scientifique, et d'avoir analysé les actes des animaux comme on aurait analysé une réaction chimique ou le mouvement d'une machine, sans aucune idée préconçue, sans préférence pour telle ou telle autre théorie ou autorité, avec le seul désir d'établir la vérité. Dans ces conditions, il m'était difficile de discuter sur une

notion qui n'éveille en notre esprit que des choses vagues et imprécises, et qui présente en outre cette particularité extraordinaire de pouvoir être appliquée à des phénomènes aussi variés que les tropismes, la sensibilité différentielle, les rythmes vitaux, le pouvoir associatif simple ou complexe. Je me suis efforcé, tout le long de ce livre, de débrouiller, autant que possible, l'origine et le mécanisme des phénomènes. Il m'était donc impossible d'admettre une notion, ou plutôt un « mot » qui permet précisément de grouper sous une même rubrique des phénomènes qui ont des origines et des mécanismes très différents.

Mais, dira-t-on : tropismes, sensibilité différentielle, associations de sensations... ce ne sont là également que des étiquettes, des mots qui, quoique plus précis, n'expliquent pas ce qui se passe en réalité dans la mécanique animale.

Cette critique est parfaitement juste, mais elle peut s'appliquer également à tous les ordres de connaissances. Malgré les progrès de la science moderne, nous nous trouvons, comme il y a mille ans, en suspens en face des énigmes de l'univers. Et, à ce point de vue, les psychologues ne sont pas dans une moins bonne posture que les physiciens, que les chimistes, que tous ceux qui se croient être les détenteurs des sciences exactes et rigoureuses. Quand Newton découvrit les *lois* de la gravitation universelle, il dut avouer n'avoir aucune idée quant à la cause de ce phénomène. Son mérite est-il moins grand? Ses idées, quoique

incomplètes, n'ont-elles pas permis de bâtir un grandiose édifice scientifique, qui fait notre admiration, à nous tous, quoique nous soyons tout aussi peu avancés, au sujet de la nature de la gravitation, que Newton, en 1687, et qu'Épicure trois cents ans avant Jésus-Christ? Or, dans le domaine de la psychologie zoologique, les savants de la nouvelle école, inaugurée par Jacques Loeb, cherchent à imiter Newton dans le domaine de l'astronomie : ils analysent les phénomènes et en établissent les lois. Dans ce livre, quelques-unes de ces lois sont déjà indiquées, d'autres seront à chercher au moyen des méthodes d'analyse que j'ai exposées ou d'autres plus précises encore. C'est pourquoi il me semble que j'ai fait *mieux* que conter, dans un nouveau langage, de vieilles choses.

Comme le disait récemment mon regretté maître Giard, dans la préface au livre de Loeb : « L'analyse qui nous est nécessaire pour nous rendre maîtres des phénomènes de la vie fournit une base plus sûre que celle qui tend directement à les expliquer ».

FIN

TABLE DES MATIÈRES

Pages

NTRODUCTION 1

LIVRE I

LES DIVERSES TENDANCES DE LA PSYCHOLOGIE ANIMALE

CHAPITRE I. — Quelques mots d'historique. 5

CHAPITRE II. — L'observation des faits en psychologie. 13

CHAPITRE III. — Les idées de Lamarck en psychologie. 19

CHAPITRE IV. — L'anthropomorphisme. 34

CHAPITRE V. — La dynamique des phénomènes psychiques d'après J. Loeb. 42

CHAPITRE VI. — Les théories mécanistes en psychologie animale 52

CHAPITRE VII. — La théorie des essais et des erreurs 61

CHAPITRE VIII. — La méthode éthologique. 69

LIVRE II

LES CRITÈRES DU PSYCHISME

Pages

CHAPITRE IX. — Parallélisme entre les théories de l'évolution organique et celles du psychisme. . 81

CHAPITRE X. — Rôle des systèmes nerveux dans les réactions des animaux. 88

CHAPITRE XI. — Variabilité des réactions des animaux. 96

CHAPITRE XII. — Discussions sur les critères du psychisme et sur la légitimité de la psychologie comparée. 105

LIVRE III

LA DYNAMIQUE DES PHÉNOMÈNES PSYCHIQUES

CHAPITRE XIII. — Symétrie et tropismes. 113

§ 1. Sur l'équilibre statique et dynamique des êtres vivants. 113
§ 2. Intervention des organes des sens et du système nerveux dans les tropismes 123
§ 3. Prétendu apprentissage des tropismes. 131

CHAPITRE XIV. — États chimiques et rythmes vitaux. 139

§ 1. Du rôle de l'eau dans les phénomènes biologiques. 139
§ 2. Rythmes des marées 148
§ 3. Rythmes dus à des variations d'éclairement. . . . 153
§ 4. Interprétation psychologique des rythmes vitaux. 156

CHAPITRE XV. — La lutte contre la variation et la sensibilité différentielle. 160

§ 1. Quelques aspects de la lutte contre la variation. . 160

Pages

§ 2. Diverses sensibilités différentielles. 167
§ 3. Automatisme et adaptation des phénomènes de sensibilité différentielle 176

CHAPITRE XVI. — Combinaisons des impulsions motrices dans la machine animale. 180
§ 1. Inertie et spontanéité. 180
§ 2. Combinaison des impulsions motrices chez les animaux ayant la structure hélicoïdale. 186
§ 3. Combinaison des impulsions motrices chez les animaux ayant la structure rayonnée. 195
§ 4. Conclusions 200

CHAPITRE XVII. — Action des stimulants associés chez les animaux inférieurs. 203

LIVRE IV

L'ACQUISITION DES HABITUDES

CHAPITRE XVIII. — La vision. 215

CHAPITRE XIX. — Recherches expérimentales sur l'acquisition des habitudes. 227

CHAPITRE XX. — De l'analyse expérimentale en psychologie comparée. 237
§ 1. Deux manières différentes de comprendre cette analyse. 237
§ 2. Le problème du retour au nid. 241
§ 3. Le problème de la reconnaissance des objets. . . 245
§ 4. Relations des insectes et des fleurs. — Habillement des crustacés par les algues 251

CHAPITRE XXI. — Lois des phénomènes associatifs. 257

CHAPITRE XXII. — La finalité en psychologie comparée 264
1. Recherche de la nourriture. 265
2. De l'adaptation des différents actes des animaux. 280

LIVRE V

CRITIQUE DES NOTIONS CLASSIQUES ET ÉVOLUTION DU PSYCHISME

Pages

CHAPITRE XXIII. — **L'instinct**. 291

§ 1. Les origines de la notion d'instinct. 291

§ 2. Les opinions sur l'instinct en Angleterre et en France. 296

§ 3. Les opinions sur l'instinct en Allemagne. 300

§ 4. Les inconvénients du mot instinct. 309

CHAPITRE XXIV. — **Les révolutions psychiques**. . . 317

CHAPITRE XXV. — **Les régressions psychiques**. . . 334

CONCLUSIONS. 341

7052-9-19. — **Paris. — Imp. Hemmerlé et Cie.**

Bohn

La naissance de

l'intelligence

BF
672
.B6